



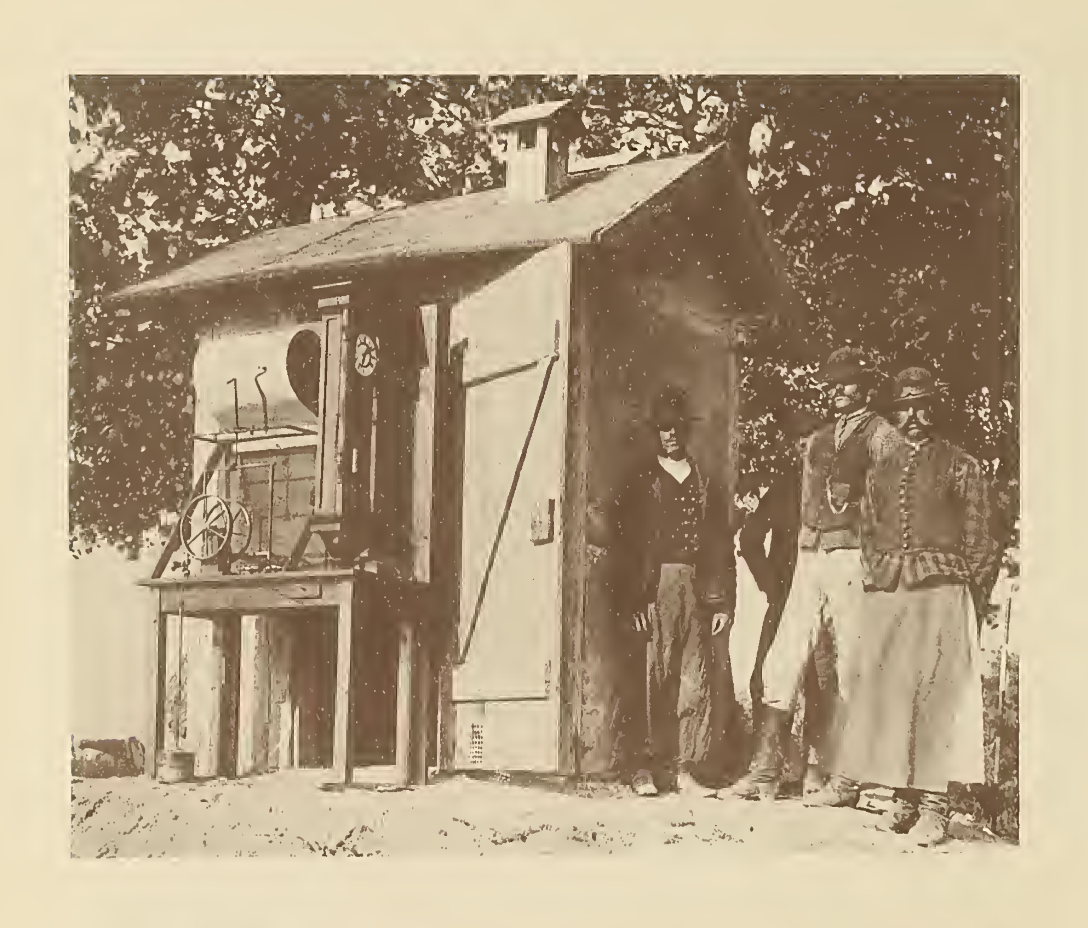














PHOT. LÓCZY. A. WEINWURM, BUDAPEST.

DER LIMNOGRAF AM PLATTENSEE.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
PLATTENSEES.

HERAUSGEGEBEN VON DER

PLATTENSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

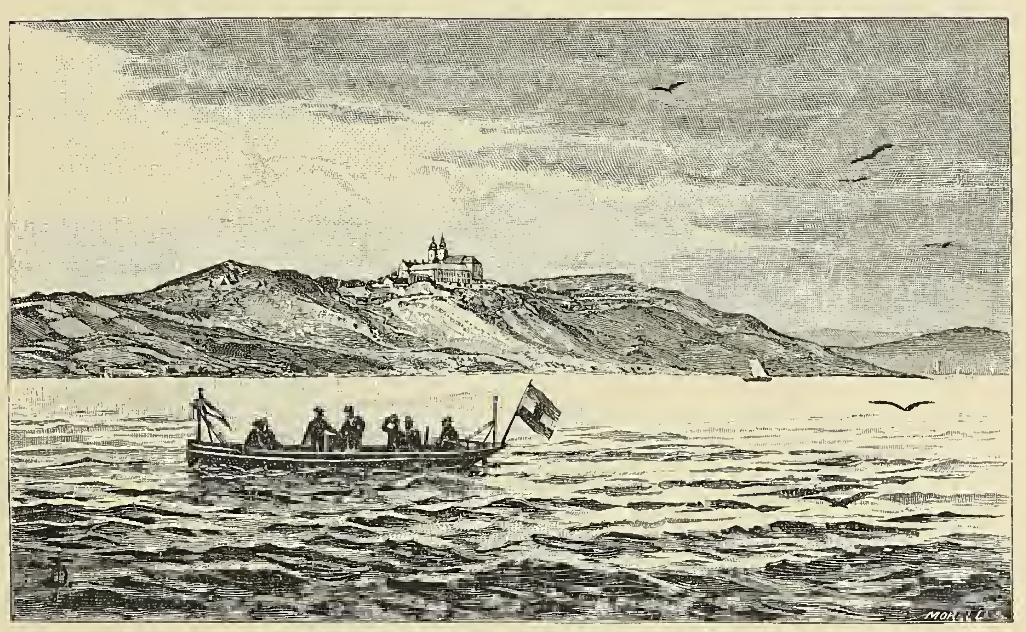
PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE DES PLATTENSEES UND SEINER UMGEBUNG.

DRITTER TEIL.

LIMNOLOGIE DES PLATTENSEES.

VON

EUGEN v. CHOLNOKY.



Die Benedictiner-Abtei auf der Halbinsel Tihany.

MIT EINER LICHTDRUCKTAFEL UND 68 ZINK. TEXTFIGUREN.

WIEN, 1897.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.

VORWORT.

Die eigentümlichen Verhältnisse des Plattensees ermöglichten es uns, von der einfach trockenen Aufzählung und Beschreibung der Resultate der seit 1892 angestellten Limnographbeobachtungen Abstand nehmend auch das Feld theoretischer Ueberlegungen zu betreten, und an der lebhaften Controverse Teil zu nehmen, welche in der Litteratur über Windstauung, damit verknüpften Strömungen, über die Ursachen der in tiefen Seen beobachteten «Seiches» usw. entstand. Diese Fragen füllen für sich schon ganze Bände: aber kaum fände sich in civilisirten Landen ein zu ihrer Illustration mehr geeignetes Seebecken, als der Plattensee. Wir besitzen in ihm ein Becken, dessen Erscheinungen in Bezug auf die Bewegung, den Stand usw. des Wassers durch Laboratoriumsversuche fast unmöglich erklärt werden können. Die Länge desselben beträgt etwa 70 Km., die mittlere Tiefe kaum 3 M., so dass ein künstliches Becken im Laboratorium gehörig verkleinert eine Tiefe von 0,3 Mm. bei einer Länge von 7 M. besitzen müsste. Eine Wasserschichte von dieser Dicke ist keinem hier in Frage kommenden Versuche zu unterwerfen. Selbst dann würde der Versuch kein treues Bild der Erscheinungen darstellen können, wenn die Tiefe in 10-, ja 100-fachem Verhältnisse vergrössert würde.

Es bedarf aber ähnlicher Versuche durchaus nicht; während vier Jahren beleuchteten die beiden Limnographen, der in der Tihany-Szántóder Einschnürung aufgestellte Rheograph, die an den Ufern des Sees dicht verteilten meteorologischen Instrumente, und ein fortdauerndes Verfolgen der Vorgänge auf dem See so klar die meisten der Erscheinungen, dass es nur der zweckdienlichen Vergleichung der entsprechenden Erscheinungen bedurfte, um deren unzweifelhaften Zusammenhang und die Gesetze dieses Zusammenhanges mit sehr grosser Sicherheit erkennen zu lassen.

Herr Universitätsprofessor Dr. Ludwig von Lóczy, Präsident der Plattensee-Commission der Ungarischen Geographischen Gesellschaft, der die wissen-

1*

schaftlichen Untersuchungen leitete, scheute auch auf diesem Gebiete keine Mühe, um die Forschungen auf moderner wissenschaftlicher Höhe zu halten. Hat diese Zusammenstellung Aussicht, die Wissenschaft zu fördern, so gebührt der Löwenanteil in erster Reihe ihm. Mir sei es also gestattet, vor Allem auch an diesem Orte Herrn von Lóczy meinen innigsten Dank auszudrücken, der mich mit der Aufgabe dieser Zusammenstellung beehrte, und mir während der ganzen Dauer meiner Arbeit mit seinem bewährten Rate zur Seite stand. Seine liebenswürdige Persönlichkeit, seine herzliche Freundlichkeit und die vielen Lehren, die ich aus der unermesslichen Fülle seiner den weitesten Sehkreis umspannenden Kenntnisse schöpfen konnte, ob ich während den Forschungen in vielen Fahrten den See beging, oder über den langwierigen Reductionsarbeiten lag, machen mir für immer unvergesslich die Zeiten, die wir während unserer mit wahrer Leidenschaft geliebten Forschungen zusammen verlebt. Grossen Dank schuldet die ganze Commission der hydrographischen Section des Ackerbau-Ministeriums, die das Unternehmen in Allem, materiell wie geistig unterstützte. Doch bin auch ich der Section, und besonders deren Leiter, dem Sectionsrat Josef von Péch und dem technischen Rat S. Aladár Kovács zu grossem Danke verpflichtet; ohne ihre wertvollen Ratschläge und Fingerzeige wäre manche Beobachtung lückenhaft geblieben, und viele Arbeit bedeutend schwerer gewesen. Ihre Hilfe hat die Arbeit nicht nur erleichtert, sondern auch zu deren Vollkommenheit in hohem Grade beigetragen.

Dankend erwähne ich auch die Herrn Dr. Alexander Lovassy, Professor an der Lehranstalt für Ackerbau, Ludwig Szánthó, Notär von Kenese, Georg Kanovits, Director des Charitas-Hauses für ihre unermüdlichen und gewissenhaften Beobachtungen, und Herrn Universitätsprofessor Dr. Rudolf von Kövesligethy für die liebenswürdige Überwachung der deutschen Übersetzung.

Budapest, am 1. Dezember 1896.

Eugen von Cholnoky.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
PLATTENSEES.

HERAUSGEGEBEN

VON DER PLATTENSEECOMMISSION DER UNG. GEOGR. GESELLSCHAFT.

DREI BÄNDE.

Der Ausschuss der Ung. Geographischen Gesellschaft beschloss in der ordentlichen Sitzung vom 7. März 1891 auf Antrag des Präsidenten die geographische Erforschung einzelner Gegenden des Ungarischen Reiches mit der gründlichen Untersuchung des Plattensees zu beginnen, und übertrug die Aufgabe der wissenschaftlichen Erforschung dieses grossen heimatlichen Sees einer Commission. Die Plattensee-Commission constituirte sich am 15. März 1891 aus hervorragenden Fachmännern Ungarns und schritt sogleich ans Werk.

Da die Ung. Geographische Gesellschaft nicht über genügende Geldmittel verfügt, wäre das Ziel der Plattensee-Commission unerreicht geblieben, hätten nicht ***das Ministerium für Ackerbau, die ung. Akademie der Wissenschaften, das Comitat Veszprém und Herr Dr. Andor von Semsey*** in edler Opferfreudigkeit das Unternehmen gefördert, und die Commission mit bedeutenden Summen unterstützt.

Wir sprechen auch an diesem Orte unsern Fördern tiefgefühlten Dank aus, besondern den Herren Ackerbauministern graf Andreas Bethlen, graf Andor Festetich und dr. Ignaz von Darányi, die mehrere Jahre hindurch vorsehend Sorge trugen, dass die bedeutenden Kosten des wissenschaftlichen Unternehmens im Staatsbudgete Deckung finde. Nicht minder fand die Commission in der dem k. ung. Ackerbauministerium einverleibten ***Hydrographischen Section*** und dem ***K. ung. Centralinstitute für Meteorologie*** wirksame moralische und materielle Stütze, indem die Herren Sectionsräte Josef von Péch und S. Aladár von Kovács als Chef und Vicechef der Hydrographischen Section die Bodenvermessung und Wasserstandregistrirung des Plattensees in das officielle Programmaufnahmen, und Herr Ministerialrat Dr. Nicolaus von Konkoly-Thege, als Director des k. meteorologischen Institutes unsere am Plattensee errichteten Stationen mit meteorologischen Instrumenten versah.

Mit besonderer Anerkennung sprechen wir auch den staatlichen- und Privatforstbeamten, den Verkehrsunternehmungen, den Anwohnenden des Plattensees und den zalreichen externen Mitarbeiter unsern Dank aus, teils für die eingesandten wertvollen Daten und Berichte, teils für die vielen Begünstigungen und die Gastfreundschaft, welche sie unseren Forschern erwiesen.

Die Resultate der fünfjährigen Arbeit treten nunmehr vor die Öffentlichkeit, und wir bauen darauf, dass sie durch die öffentliche Kritik dem in uns gesetzten Vertrauen entsprechend gefunden werden.

Den Anstoss zur Publication verdanken wir der hohen Regierung. Ihre Excellenzen, die Herren Minister dr. Ignaz von Darányi für Ackerbau und dr. Julius Wlassics für Cultus- und Unterricht wiesen aus dem Budget von 1896 für die Veröffentlichung der Wissenschaftlichen Monographie des Plattensees bedeutende Summen an, und stellten diese auch für die kommenden Jahre in Aussicht.

Die Arbeit erscheint in längstens drei Jahren, in drei, dem vorliegenden Teile ähnlichen Bänden mit vielen Zeichnungen und Kartenbeilagen. Ihr Inhalt ist der folgende:

I. Band. Physische Geographie des Plattensees und seiner Umgebung.

I. Teil. Geographische Beschreibung der Plattenseeumgebung, samt deren Orographie und Geologie. Von Ludwig von Lóczy.
II. Teil. Hydrographie des Plattensees. Von Eugen von Cholnoky.
III. Teil. Limnologie des Plattensees. Von Eugen von Cholnoky.
IV. Teil. Die Meteorologischen Verhältnisse der Umgebung des Plattensees. Von Dr. Johann Candid Sáringer, und Pflanzenphaenologie von Dr. Moriz Staub.
V. Teil. Physikalische Eigenschaften des Wassers des Plattensees; Von Eugen von Cholnoky und Ludwig von Lóczy.
VI. Teil. Chemische Eigenschaften des Wassers des Plattensees. Von Dr. Ludwig von Ilosvay.

II. Band. Die Biologie des Plattensees.

I. Teil. Fauna. — Einleitung und allgemeine Übersicht. Von Dr. Géza Entz.
1. Abteilung. Protozoen. Von Raoul Francé.
2. » Coelenteraten. Von Dr. Eugen Vángel.
3. » Turbellarien. Von Dr. Karl Szigethy.
4. » Nematoden. Von Dr. Eugen Daday.
5. » Rotatorien. Von Dr. Eugen Daday.
6. » Bryozoen. Von Dr. Eugen Vángel.
7. » Anneliden. Von Dr. Eugen Vángel.
8. » Fischparasiten. Von Dr. Stefan Rátz.
9. » Crustaceen. Von Dr. Eugen Daday.
10. » Hydrachniden. Von Dr. Eugen Daday.
11. » Mollusken. Von Dr. Karl Brancsik u. Dr. Eugen Daday.
12. » Fische. Von Dr. Eugen Daday.
13. » Amphibien und Reptilien. Von Ludwig Méhely.
14. » Vögel. Von Dr. Alexander Lovassy.

II. Teil. Flora.
1. Abteilung. Phanerogame Flora des Plattensees und seiner Umgebung. Von Dr. Vincenz von Borbás.
2. » Kryptogame Flora des Plattensees und seiner Umgebung. Von Dr. Julius Istvánffi.

III. Band. Social- und Anthropogeographie des Plattensees.

1. Teil. Archaeologische Skizze der Plattenseeumgebung. Von Dr. Valentin Kuzsinszky.
2. » Ethnographie der Einwohner des Plattensees. Von Dr. Johann von Jankó.
3. » Bibliographie des Plattensees. Von Dr. Johann Sziklay.

Dies Werk erscheint in eizelnen Teilen in der Reihenfolge, in welcher die selbstständigen Teile zum Abschluss gelangen.

Budapest, am 31. Dezember 1896.

Ludwig von Lóczy,
Präsident der Plattenseecommission der Ung. Geogr. Gesellschaft.

ERSCHEINT !!

IN COMMISSION DER VERLAGSHANDLUNG VON
ED. HÖLZEL, WIEN.

V. Hornyánszky. Budapest.

I. ABSCHNITT.

Wasserstandmessungen des Sees.

Die Wasserstandhöhe fliessender Gewässer wird seit Alters an Pegeln abgelesen: vertikalen, geteilten Latten, die unverrückbar aufgestellt mit ihrem Nullpunkte auf das tiefste bis dahin beobachtete Niveau hinweisen. Da die Standesänderungen eines grösseren Flusses während eines Tages gewöhnlich nur in einer Richtung vor sich gehen, indem das Wasser zumeist in dieser kurzen Frist nur steigt oder nur fällt, so genügt es für praktische Zwecke vollkommen, die Wasserhöhe täglich einmal abzulesen, und den Gang des Flusses an dem aus diesen Daten construirten Diagramme zu untersuchen. Anders im Falle stehender Wasser, deren Spiegel im Laufe eines Tages selbst an einem und demselben Pegel der Erfahrung nach nicht unbedeutende Schwellungen und Senkungen zeigt, so dass wenigstens für wissenschaftliche Zwecke die täglich einmalige Ablesung durchaus nicht genügt. Stunden- ja minutenweise kommen nicht zu vernachlässigende Aenderungen vor, die in ihrer Aufeinanderfolge fortlaufend abgelesen zu einem gar bunten Bilde der Höhe des Wasserspiegels führen. Soll aber die ganze Geschichte dieser Aenderungen in erster Reihe aus wissenschaftlichen Gründen genau dargestellt werden, so dürfte die einfache Pegelablesung mit der durch sie gebotenen geringen Genauigkeit nicht mehr ausreichen, und continuirlich wirkende präcise Registrirapparate müssen an deren Stelle treten.

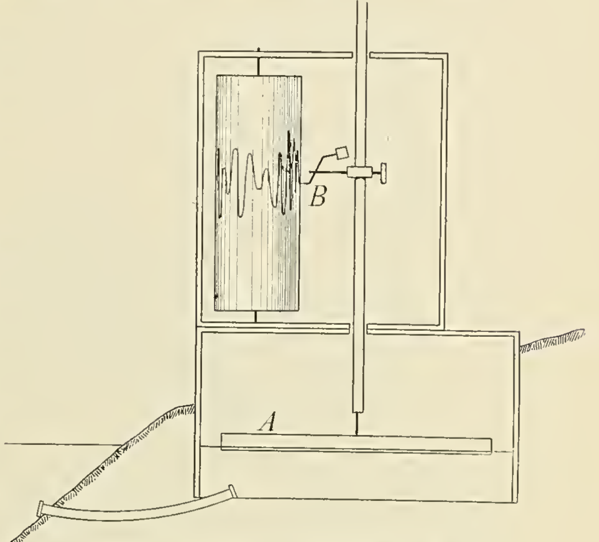


Fig. 1. Der einfachste Limnograph.

Pegel können im offenen See einfacher Weise überhaupt nicht abgelesen werden, da der Unterschied zwischen dem Spiegel der Wellenberge und Täler auf mehrere Decimeter steigen kann. Sie müssen im Gegenteil in abgeschlossenen, gegen den Wellengang gut geschützten Buchten aufgestellt werden, oder behufs Erreichung einer ganz ruhigen, vom Wellengange unabhängigen Wasserfläche in vom See getrenntem und mit ihm nur durch einen engen Kanal communicierendem Behälter, dem Pegelbrunnen oder Pegelschachte Unterkunft finden.

Wird auf den im Brunnen befindlichen Schwimmkörper *A* (Fig. 1) eine Stange mit einem Schreibstifte *B* befestigt, der auf einem gleichförmig bewegten Papierstreifen spielt, so zeichnet der Schwimmer eine Curve, deren Ordinaten

der Hebung und Senkung des Wasserspiegels proportional laufen, während die Abscissen bei vorausgesetztem guten Gange des Triebwerkes die laufende Zeit bezeichnen.*) Die Curve ist somit ein treues Bild aller zeitlichen Aenderungen der Wasserhöhe.

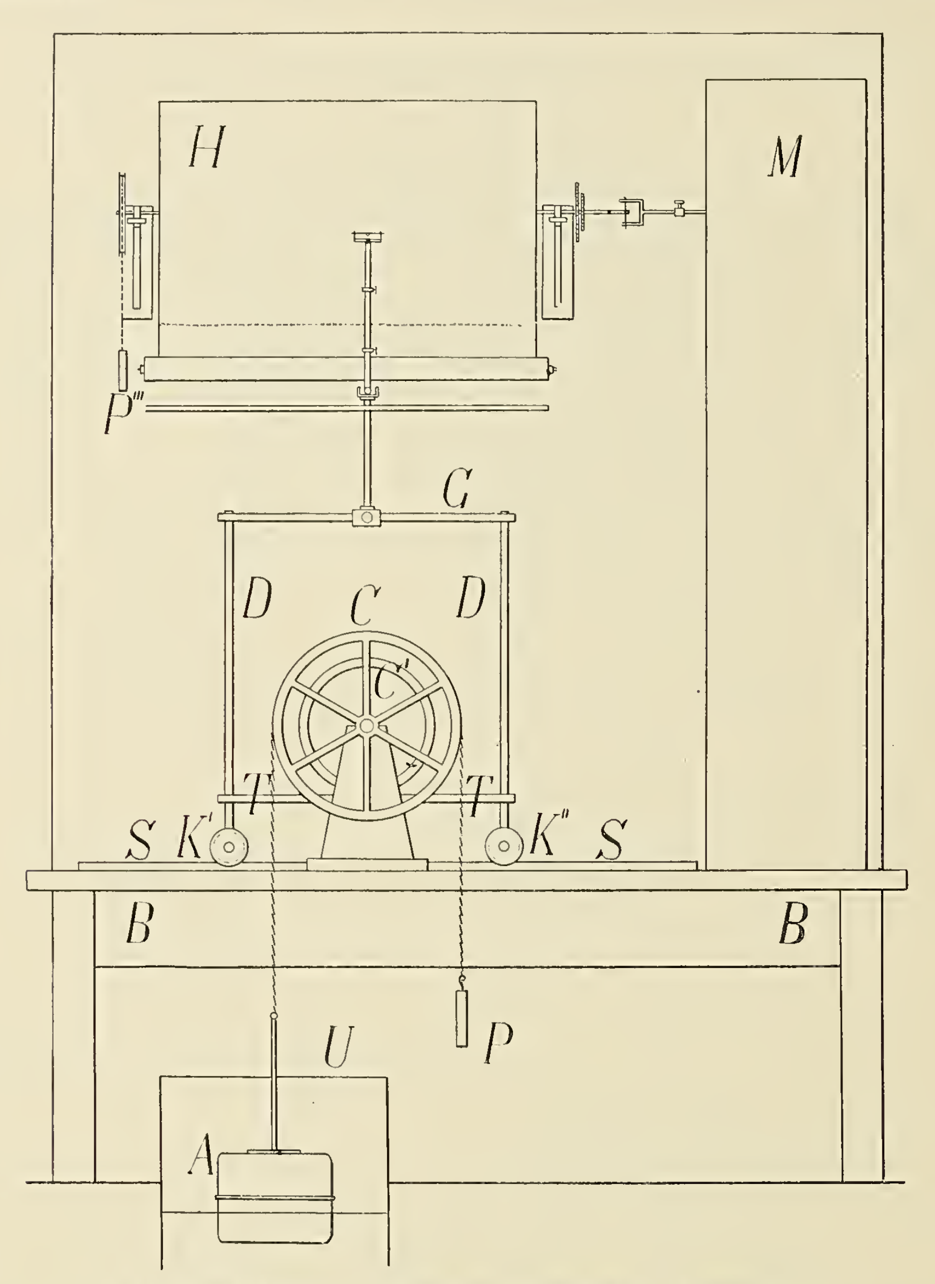


Fig. 2. Vorderansicht des Plattensee-Limnographen. Maasstab 1 : 10.

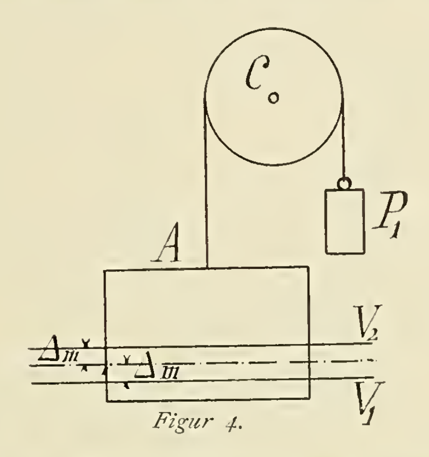
*) Forel benützte bei der Beobachtung des Wasserstandes des Genfer Sees auch ein anderes Instrument, das sogenannte Plemyrameter, dessen hier kurz Erwähnung geschehen möge. Ein in dem Seeufer vertieftes Gefäss steht mit dem See durch einen Heber in Verbindung, dessen Röhre an einer Stelle gerade und horizontal liegt. Bis auf eine kleine Luftblase ist das ganze mit Wasser gefüllt, aus dem Gange derselben kann also die Richtung und Dauer der Veränderung beurtheilt werden, nicht jedoch der Wasserstand selbst.

In dieser einfachsten Form, die dem Wesen nach übrigens Forels portativem Limnographe ganz gleichkommt, ist der Apparat aber nicht unter allen Umständen zu gebrauchen.

Die selbstregistrierenden Limnographen des Plattensees besitzen folgende, durch die Fig. 2 und 3 veranschaulichte Einrichtung:

Der Brunnen U steht mit dem See durch ein 40 mm. lichten Durchmesser haltendes und 80—200 m. langes Eisenohr in Verbindung. In dem Brunnen selbst ändert sich also der Spiegel, abgesehen von der Wellenbewegung ebenso, wie im offenen See, und die Ueberströmungsdauer in dem engen Rohre ist verschwindend klein gegen die Zeit, innerhalb welcher messbare Niveauschwankungen auftreten.

Auf dem Wasserspiegel des Brunnens schwimmt eine leere Messingtrommel, deren Form mehr denn ihr körperlicher Inhalt



Figur 4.

für die Empfindlichkeit des Apparates massgebend ist. Sie muss nämlich so gewält sein, dass zwei naheliegende Horizontalquerschnitte möglichst grossen Inhalt einschliessen. Ist nämlich der Widerstand des Apparates infolge der auftretenden Reibungen S, so muss dieser schon durch die kleinste Wasserstandsschwankung bewältigt werden, welche noch verzeichnet werden soll. Von dem Schwimmer führt eine Kette zu dem um eine horizontale Axe drehbaren Rade C (Fig. 4), deren anderes Ende das durch die Kette straff haltende Gewicht P' beschwert ist. Hebt sich der Schwimmer, so dreht sich das Rad im Sinne des Uhrzeigers. Ist P' die Grösse dieses Gegengewichtes, P das Gewicht des cylindrischen Schwimmers, R der Radius desselbn, m die Tiefe, bis zu welcher der Cylinder sinkt, und ρ die Dichte des Wassers, so ist die Bedingung des Gleichgewichts

Fig. 3. Seitenansicht des Plattensee-Limnographen.
Maasstab 1:10.

$$P - R^2 \pi \, m \rho = P',$$

wobei natürlich der aufgehängte Schwimmer weniger tief in das Wasser reicht, als er es ohne Aufhängung tun würde. Hebt sich nun der Spiegel des Wassers, so wird der Schwimmer leichter, bewegt aber durch die Spannung des Gewichtes P' das Rad nur in dem Falle, als der Auftrieb grösser ist als der Gesammtwiderstand des Apparates. Wird dieser durch S bezeichnet, so erfolgt eine Drehung des Rades, falls

$$P - R^2 \pi \rho \, (m + \triangle m) + S > P',$$

oder im Grenzfallle

$$P - R^2 \pi \rho \, (m + \triangle m) + S = P',$$

woraus unter Berücksichtigung der Gleichgewichtsgleichung

$$R^2 \pi \rho \triangle m = S, \text{ dh. } \triangle m = \frac{S}{R^2 \pi \rho}$$

folgt. Da für Senkung $\triangle m$ negativ zu nehmen ist, so gibt der Unterschied zwischen Hebung und Senkung

$$2 \triangle m = \frac{2S}{R^2 \pi \rho}$$

also jene Höhe, welche infolge der Widerstände des Apparates von dem Schreibstifte überhaupt nicht verzeichnet wird. Wäre der Schwimmer nicht von der Form eines stehenden Cylinders oder Prismas, so wäre $\triangle m$ bei steigendem und fallendem Wasser verschieden, da der Inhalt über und unter der Gleichgewichtslinie ebenfalls verschieden ausfällt.

Steigt das Wasser über die durch die vorige Gleichung gegebene Höhe $\triangle m$, so entspricht die Drehung des Rades, constante Reibung vorausgesetzt, dem Steigen des Spiegels. Fällt darauf der Spiegel, so zieht der Schreibstift eine horizontale Linie, dh der Apparat verrät kein Fallen, bis dieses nicht über $\triangle m$ gediehen ist. Die Ordinaten der ansteigenden Curve des Limnogramms sind somit um $\triangle m$ zu klein, der absteigenden Curve um ebensoviel zu gross, und die an Stelle der Maxima und Minima stehenden horizontalen Linien zeigen allemal durch ihren Anfangspunkt die wahre Grösse des Maximums und Minimums an (Fig. 5). Da die Niveauschwankungen des Sees häufig genug regelmässige sind, Hebung und Senkung also nahe dieselben bleiben, so können die wirklichen Bewegungen durch eine kleine Phasenverschiebung und Amplitudenänderung leicht reconstruirt werden, indem sich ihre Form in der Gestalt der Curve sehr nahe wiedergibt, vorausgesetzt, dass $\triangle m$ genügend klein sei. Ist aber der Schwimmer nicht cylindrisch oder prismatisch, so wird die Verschiebung bei Steigung und Senkung eine andere, die Limnogramme geben ein der wahren Bewegung nicht mehr so genau entsprechendes Bild.

Der Schwimmer wird also vorteilhaft immer von der mehrfach erwähnten Form zu nehmen sein, und der horizontale Querschnitt wird gross gewählt werden, damit der mit der Reibung zusammenhängende tote Gang $\triangle m$ klein ausfalle. Bei dieser genügenden Grösse des Schwimmers wird auch die wechselnde Wirkung der Kette vernachlässigt werden können, die daher rührt, dass je nach

der Grösse des Wasserstandes deren längere Hälfte bald auf der Seite des Schwimmers, bald auf der des Gewichtes zu liegen kommt.

Als Regel betrachtet man, dass das Gewicht P' nicht kleiner sei, als der Widerstand der Reibung, aber auch nicht grösser, als das Gewicht des Schwimmers. In unserem Apparate ist es durch Schrotkörner gehörig regulirt.

Das Rad C, auf welches sich die Kette windet, besitzt eine lange, gehörig gelagerte Axe, an deren Ende das kleinere, ebenfalls mit Schnurlauf versehene Rad C' sitzt. Ihre Durchmesser haben das Verhältniss 1 : $^3/_4$, welches zugleich die Verkleinerung der Aufzeichnung angibt und das gewält werden musste, um die übrigen Bestandtheile in kleinerem Maasse anfertigen zu können.

Unter dem kleineren inneren Rade C' und in der Ebene desselben läuft die 80 cm. lange, feinpolirte Schiene S, auf welcher sich die beiden kleinen, doppelt-spurigen Räder K_1 K_2 bewegen. Aus der sie rückwärts verbindenden horizontalen viereckigen Stange T ragt ein Arm hervor, an dessen Ende das Vollrad K''' aufgesetzt ist, welches nicht auf einer Schiene, sondern auf einem Brettchen rollt. Auf der horizontalen Verbindungsstange der beiden ersten Räder ruhen die Träger D D, mit dem ebenfalls horizontalen Metallbalken G, der zur Aufnahme des Schreibstiftes dient. An dem Balken wird ein aufragender Arm befestigt, an dessen Ende ein drehbares Kniestück sich befindet. Der in der Normallage senkrechte Schenkel trägt den Schreibstift (Blei, neuerdings Schreibfeder), der andere ist durch das kleine Gewicht P^{IV} beschwert und drückt den Stift lose auf die mit Papier bezogene Walze H.

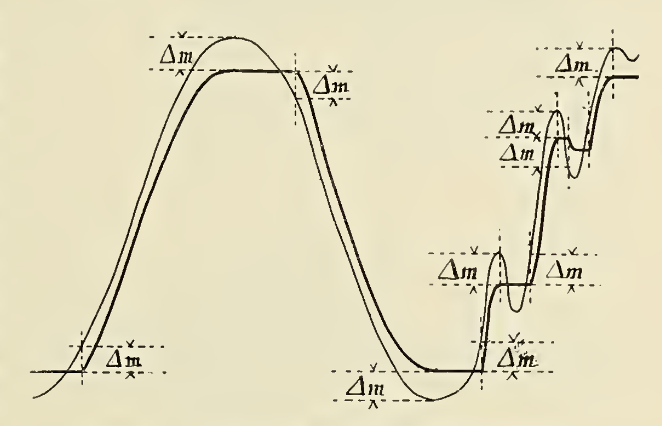


Fig. 5. Verzerrung der Wellenzeichnungen.

An den beiden Enden des unter dem Schreibrahmen T befestigten Balkens ist ein starker, zugleich um das Rad C' geführter Drat angebracht. Dreht sich nun C, so wird ein Teil des Drates auf-, der andere abgewunden, und der Rahmen wird so nach rechts und links geführt.

Das zweckdienlich geteilte Papier wird auf eine 30 cm. im Durchmesser haltende Walze (H) gespannt, die durch das starke Uhrwerk M mit der verlangten Geschwindigkeit gedreht wird. Ein an dem Ende der Walze angebrachtes Rad trägt aufgewunden ein entsprechendes Gegengewicht, so dass die Uhr kaum einen Widerstand zu überwinden hat. Das Papier wird nach Belieben während eines Tages oder während einer Woche abgerollt, und durch ein Gewicht P'' straff gehalten, das auf einen an das untere Ende des Papiers geleimten Leinwandstreifen befestigt wird. Hiemit ist zugleich die Aufrunzelung des Papiers durch den Schreibstift verhindert.

Der Apparat steht in einer Badekabine in Keszthely, ein ähnlicher in einem besonderen Steinbau auf dem Landungsdamme der Dampfschiffe in Kenese. Der letztere befand sich früher in Siófok, und ist in diesem Zustande auf dem Titel-

blatte dargestellt. Das Instrument ist mitsammt seinem Tische aus dem Schutzzelte genommen, der Schwimmer ruht auf der Erde.

Unser Instrument ist dem Wesen nach eine Nachbildung des Mareographen der Fiumaner Marineakademie, welchen Stahlberger in «Ebbe und Flut in der Rhede von Fiume» Budapest, 1874 beschreibt. (Fig. 6.) Bei diesem Apparate ist das Rad C' klein und gezahnt, und treibt statt des Rahmens eine horizontale Zahnstange, die an einem vertikal aufragenden Balken den Schreibstift trägt. Das Rad C' ist hier viel kleiner gewält, da der Gezeitenunterschied bedeutend grösser ist, als unsere grössten Niveauschwankungen. Es liegt auf der Hand, dass dieser Mareograph bedeutend weniger stabil sein kann.

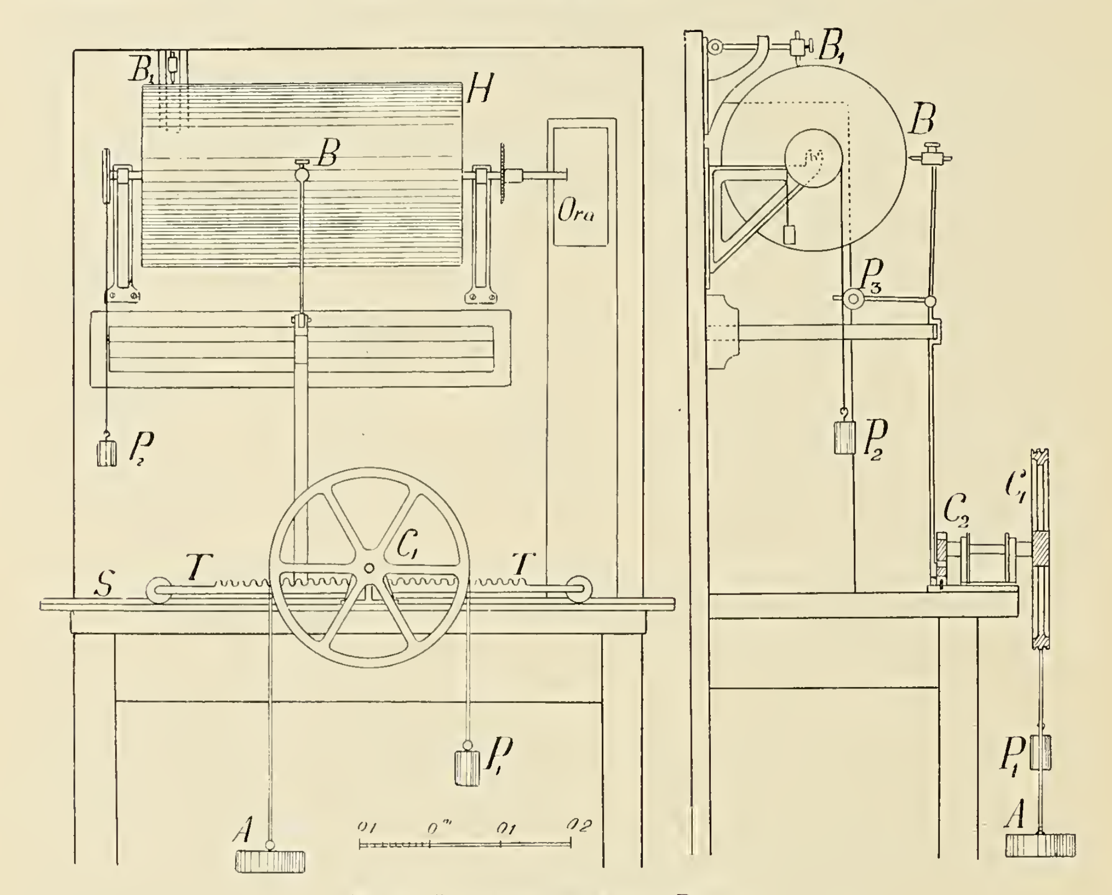


Fig. 6. Der Mareograph von Fiume.

Auf anderen Principien beruht der erste, am Léman benützte Limnograph, überhaupt das erste Instrument, mit welchem systematische Beobachtungen über die Höhenschwankungen von Binnenseen angestellt wurden. Es wurde im Jahre 1876 von Dr. F. A. Forel, Professor der Universität Lausanne in Morges aufgestellt und ist in Fig. 7 abgebildet. Die vertikale Stange T des sehr gross gewälten Schwimmers A ist mit dem Gelenke b an die Wand befestigt. Auf dem oberen Ende der Mauer befindet sich das Gestell M, das an beiden Enden d und g in Gelenken drehbare Dreiecke trägt. Eines derselben D_1 ist auch mit der Stange T drehbar verbunden, während das andere D_2 an seiner äusseren Spitze eine kleine Wagschale mit Gewichten hält. Die oberen Ecken der beiden Dreiecke

verbinndet die Stange *kk*, auf welcher der durch eine Feder niedergedrückte Schreibstift ist.

Hebt sich nun der Spiegel, so drehen sich die Arme *ab* und *cd* um eben denselben Winkel nach oben, um welchen sich *de* und *gf* nach rechts wenden. Da alle Arme gleich lang sind, so ist die Vertikalprojection der von den Punkten *b* und *c* beschriebenen Wege ebenso gross, als die Horizontalprojection der von den Endpunkten *e* und *f* zurückgelegten Strecken, so dass det Apparat die Veränderungen des Seespiegels in natürlicher Grösse wiedergibt.

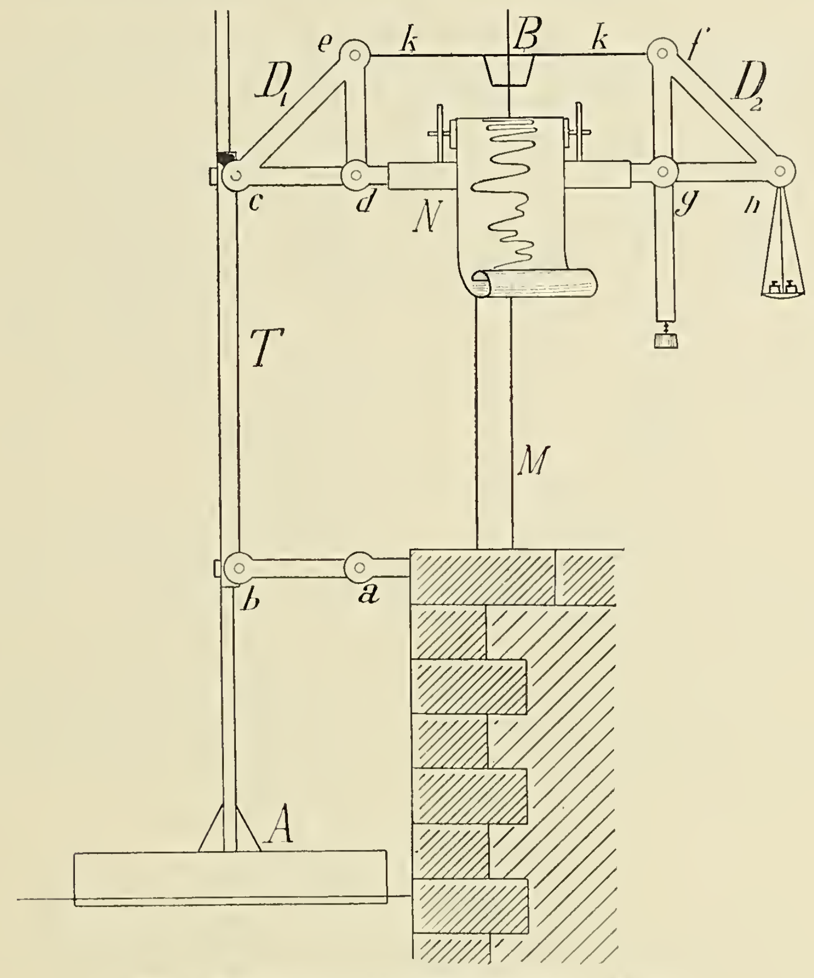


Fig. 7. Forel'scher Limnograph am Léman (Morges).

Wesentlich dasselbe Princip befolgt auch der Apparat Prof. Ph. Plantamours, des Directors des Genfer Observatoriums, der in Sécheron bei Genf aufgestellt wurde. Aus der in der Fig. 8 gegebenen Skizze ersieht man, dass aus der Stange *T* des Schwimmers bei *S* ein Kupferband entspringt, welches sich zunächst auf das grosse Rad *C* windet, dann unter der Rolle C_1, und am jenseitigen Rande des Tisches über die Rolle C_2 hinläuft und durch das Gewicht P_3 straff gehalten wird. In der Mitte des Tisches trägt das Band den Schreibstift *B*, der mittels einer Feder auf das einem kleinen Tischchen aufgelegte Papier gedruckt wird. Das Papier wird ebenso, wie bei dem Limnographen Forel's, durch zwei kleine,

in der Figur nicht sichtbare, durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzte Frictionswalzen gleichförmig weitergezogen. Die Stange T lehnt sich an das als Führung wirkende Gestell R_1 und R_2, um die Rolle C nicht zu berühren.

Es wäre endlich noch des tragbaren Limnographen von Eduard Sarasin Erwähnung zu tun, der in einem kleinen Kasten recht compendiös zusammengestellt, sehr leicht aufgestellt und weitergetragen werden kann. Der Schwimmer ist wie in unserem Instrumente an einem Messingbande über das Rad C (Fig. 9) aufgehängt und mit dem Gegengewichte P ausbalanciert. Die Axe dieses Rades durchsetzt die Kasten-

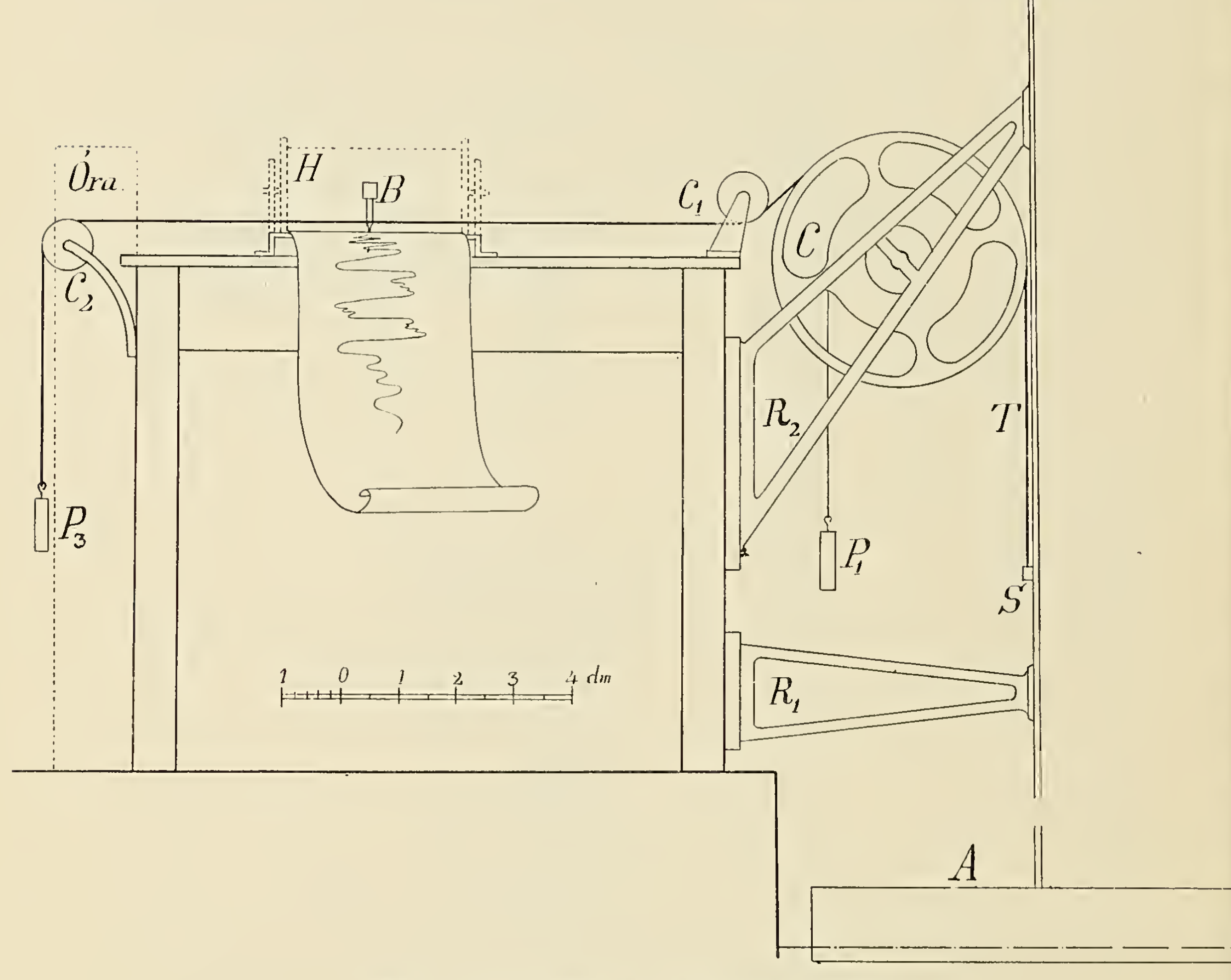


Fig. 8. Plantamour'scher Limnograph (Genève).

wand und trägt im Innern ein ebensogrosses Rad C_1, so dass beide in unserer Skizze sich decken. In der Ebene des letzteren befindet sich ein weiteres Rad C_2 von derselben Grösse, beide sind fein gezahnt und tragen eine ihnen aufgelegte, ebenfalls fein gezahnte Stange R, welche den Schreibstift aufnimmt. Das Papier wird auch hier durch Frictionswalzen getrieben und nimmt die Schwankungen des Seespigels in natürlicher Grösse auf. Statt eines gemauerten Brunnens besitzen die Limnographe von Sécheron und Morges einfache Blechrohre, welche mittels eines langen, dünnen Rohres mit dem offenen See in Verbindung stehen.

Fehlerquellen.

Wie alle Registrirapparate, so haben auch die Limnographen ihre Fehler, ja vielleicht sowol der Menge, als dem Betrage nach in höherem Grade, als ähnliche einfachere Apparate. Es ist jedoch nicht angezeigt, diesen mit der grössten Schärfe nachzuspüren, da ja auch die dargestellten Erscheinungen nicht solche sind, welche mit aller Strenge einer mathematischen Behandlung fähig wären.

Die hauptsächlichsten Fehler, die bei unserem Instrumente in Rechnung zu ziehen sind, sind die folgenden:

1. In dem Verbindungsrohre des Brunnens und Sees bewegt sich das Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit gegen den Brunnen bei Hebung, gegen den See bei Senkung des Niveaus. Ist f und F der Querschnitt der Verbindungsröhre und des Brunnens, v die Geschwindigkeit der Niveauabnahme, so müsste aus dem Brunnen in jeder Secunde die Wassermasse $Q = v F$ ausfliessen, damit das äussere und innere Niveau in gleicher Höhe sich erhalte. Dann müsste aber die Strömungsgeschwindigkeit im Verbindungsrohre $v_1 = \frac{Q}{f}$ betragen, oder es müsste

$v_1 f = v F$, das heisst: $\frac{v_1}{v} = \frac{F}{f}$

sein. Erfahrungsgemäss steht aber die Sache anders. Ist nämlich h der Niveauunterschied beider Behälter, welche das Rohr von der Länge l und dem lichten Durchmesser d verbindet, so ist mit g die Schwerebeschleunigung und mit y_0, y_1 zwei Erfahrungsfactoren bezeichnend

Fig. 9. Transportabler Limnogragh von Sarasin.

$$h = \frac{v_1^2}{2g}\left[1 + y_0 + y\frac{l}{d}\right]$$

wo für practische Zwecke nach Weisbach $y_0 = 0{,}505$ gesetzt werden kann, so dass

$$h = \frac{v_1^2}{2g}\left(1{\cdot}505 + y\frac{l}{d}\right)$$

wird. Hebung und Senkung ist meist so langsam, dass die Vorgänge wie stationäre behandelt werden dürfen, selbst wenn die Aenderungen — was der bedeutend seltenere Fall ist — nur die Zeit einiger Minuten in Anspruch nehmen.

In unserem Beispiele ist $d = 40$ mm., $l = 200$ m. und der Durchmesser des Brunnens 280 mm. Sinkt, um eine bestimmte Annahme zu haben, das Niveau per Secunde um 1 mm., ist also $v = 1$ mm/sec, so müsste, um in beiden Behältern gleichen Spiegel zu erhalten, die Strömungsgeschwindigkeit im Verbindungsrohre

$$v_1 = \frac{1 \text{ mm/sec} \times 61544 \text{ mm}^2}{1256 \text{ mm}^2} = 0{\cdot}049 \text{ m/sec.}$$

betragen, insofern $F = \frac{\pi}{4} D^2 = 61544 \text{ mm}^2$ und $f = \frac{\pi}{4} d^2 = 1256 \text{ mm}^2$ ist. Setzt man diese Geschwindigket in die obige Formel, so kommt

$$h = \frac{0{\cdot}049 \text{ m}^2/\text{sec}^2}{2 \times 9{\cdot}81 \text{ m/sec}^2} \left(1{\cdot}505 + y \frac{200 \text{ m}}{0{\cdot}040 \text{ m}}\right)$$

oder mit Weisbach $y = 0{\cdot}0567$ angenommen

$$h = 0{\cdot}035 \text{ m.}$$

als jene Druckhöhe, welche in dem engen Rohre die verlangte Geschwindigkeit zustande bringt.

Bei einer Niveausenkung von 1 mm. per Secunde steht also das Wasser im Brunnen um 35 cm. höher, als im offenen See. Nimmt man nun an, dass sich dieser Höhenunterschied nach Aufhören des Sinkens ebenso rasch ausgleicht, als das Fallen des Sees andauerte, so kommt nach etwa einer halben Minute gleicher Wasserstand im See und Brunnen zu Stande. Da nun ein Fallen der angenommenen Grösse schon mit freiem Auge bemerkbar ist und beim Plattensee unter die Seltenheiten gehört, bei der Registrierung noch ausserdem das Intervall einer Stunde durch eine Abscisse von einem halben Centimeter dargestellt wird, so darf selbst diese gewiss sehr gross berechnete Verschiebung von einer halben Minute vernachlässigt werden.

2. Die Fehler, welche aus der Abweichung des Schwimmers von der cylindrischen Gestalt entstehen, sind schon bei Besprechung des Instrumentes angedeutet worden.

3. Die grössten Fehler kommen von der Reibung der Zapfen, der gleitenden Reibung des Wagens auf der Schiene, und der Uebertragung der drehenden Bewegung in horizontale Bewegung. Da diese Reibungen teils von der Vollkommenheit der Maschinenbestandteile, teils von dem angewandten Grade der Oelung abhängen, so können sie nicht in Berechnung gezogen werden, dürften aber, sobald nur grobe Fehler in der Behandlung des Instrumentes ausgeschlossen werden können, ziemlich konstant wirken. Aus jeder regelmässigen Schwankung, die sich im Bilde als Curve irgend einer Sinusfunction darstellt, kann somit nach früher klargelegten Prinzipien die tote Höhe $\triangle$ m berechnet werden, so dass sich auch die reibungslose Limnographzeichnung reconstruiren lässt.

4. Der misslichste und der Berechnung am wenigsten zugängliche Fehler entsteht aus der Biegung des den Schreibstift tragenden Armes, infolge der Reibung auf der Papierfläche. Je länger und dünner dieser Arm beschaffen ist, desto grösser ist der hieraus entstehende Biegungsfehler, der gerade im Mareographen von Fiume eine bedeutende Grösse erreichen dürfte. Im Allgemeinen strebt dieser Fehler die auftretenden Amplituden zu verkleinern, kann aber in selteneren Fällen das Papier stauchen, ja sogar zerschneiden. Dieser Fehler ist bei den Apparaten von Forel und Sarasin umgangen, zeigt sich aber bei dem Plantamour'schen Limnographen wieder in anderer Form. Hier kann sich der die Rollen verbindende und den Schreibstift tragende Kupferstreifen infolge des durch die Reibung sich schief einstellenden Stiftes umbiegen, so dass die entstandene Welle an dieser Stelle

einen Inflexionspunkt aufweist. Ausserdem kann das unter dem Stifte mit Reibung gleitende Papier diesen mit fortnehmen, so dass auch Torsion des Streifens vorkommt. Der letztere Umstand bringt einen mehr constanten Fehler zu Stande, der erstere wirkt ebenso, wie in unseren Apparaten die Durchbiegung des Schreibarmes.

5. Aus dem schiefen Ablaufen des Papierstreifens entsteht kein besonderer Fehler, wenn der Apparat neben dem beweglichen auch einen fixen Schreibstift besitzt, der die Abscissenaxe der Wellenzüge beschreibt. Aendert sich die Bewegungsrichtung mit der Zeit, so wird allerdings auch die Abscissenaxe eine krumme Linie, die Ordinaten der Wellenzüge stehen aber in jedem Zeitelemente senkrecht auf die Abscissenkurve, verlieren somit ihren Parallelismus untereinander Der hieraus entstehende Fehler ist so gering, dass er gegebenen Falls neben einflussreicheren Abweichungen vernachlässigt werden kann.

6. Temperaturveränderungen bedingen eine Aenderung in der Dimension der einzelnen Bestandtheile, der Aufhänge-Kette des Schwimmers, des Raddurchmessers, des Schreibarmes u. s. w. Alle diese Einflüsse sind jedoch bei unserm Limnographen von verschwindender Grösse. Am bedeutendsten dürften sie bei dem Plantamour'schen Apparate werden, wo der Schreibstift an einen Kupferstreifen von 3·5 m. Länge befestigt ist. Nimmt man als grössten Temperaturunterschied 30° an, so verändert dies den Stand des Stiftes um höchstens 2 mm., also selbst hier noch immer um eine unbedeutende Grösse.

7. Die Verzerrungen des Papiers infolge der Feuchtigkeit bilden einen weiteren, gewöhnlich aber der Schätzung nicht zugänglichen Fehler.

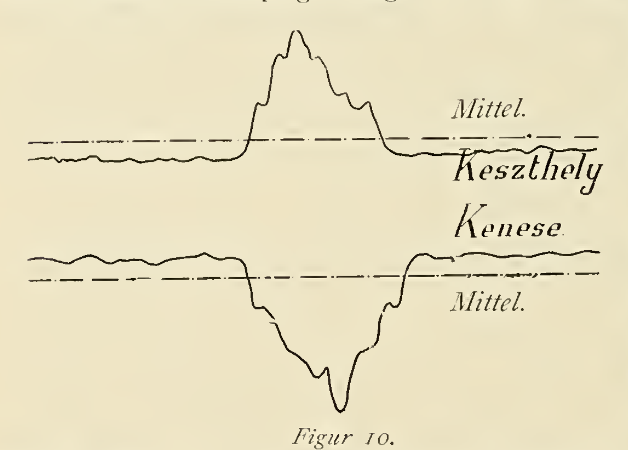
8. Die sich um das Rad C schlingende Aufhängekette des Schwimmers hat ein endliche Dicke, und somit bewegt sich infolge der Biegung auf dem Rade deren Mittellinie um eine der absoluten Hebung des Schwimmers gleiche Bogenlänge. Es hat somit den Anschein, als ob der Raddurchmesser um die halbe Dicke der Kette vergrössert würde. Der um die Rolle C' geführte Drat ist bedeutend dünner, als die Kette, das Verhältniss der den Massstab der Zeichnung bedingenden Rollendurchmesser, sohin ein anderes, als das Verhältniss der wirklichen Durchmesser. Sind die entsprechenden Radien r und r_1, so sollte $\frac{r_1}{r}$ den Massstab der Zeichnung darstellen. Ist aber s die Dicke der Kette, neben welcher der Dratdurchmesser vernachlässigt werden kann, so wird das Reductionsverhältniss in der Tat $\frac{r_1}{r + \frac{s}{2}}$, also eine ebenfalls konstante Grösse, wo nur nicht die Kette sich während der Aufwindung verschiedenartig der Rolle anschmiegt.

9. Gewichtige Fehler könnten durch falschen Gang der Uhr, durch unrichtige Einstellung und ähnliche Umstände hervorgebracht werden, von denen jedoch bei guter und gewissenhafter Behandlung des Instruments abgesehen werden darf.

II. ABSCHNITT.

Untersuchung der Limnographcurven des Plattensees.

Ein flüchtiger Blick auf die beiläufig 1 m. langen und 50 cm. breiten Papierstreifen, welche die Limnographen des Plattensees selbsttätig beschreiben, ergeben im ersten Augenblicke eine sinnverwirrende Unregelmässigkeit. Nicht eine Minute hindurch behält der Wasserspiegel ruhige Lage, sondern hebt sich bald in kleinen Schwingungen, bald unvermittelt durch einige Decimeter Höhe, um bald wieder vielleicht noch tiefer zu sinken. Mitunter zeigen sich Tage hindurch nur etliche Centimeter betragende Ausbauchungen, dann schnellt das Niveau in mächtigem Sprunge in die Höhe, so dass manchmal das Limnogramm das volle Maximum nicht einmal erfassen kann, worauf wieder rasches Fallen, oder durch langsame Schwingungen allmälig zur Normalhöhe sich senkende Ausgleichung erfolgt. Gerade als ob der Wasserspiegel lange und mit wechselndem Erfolge gegen eine grosse, aus der Ruhelage ihn herausziehende Kraft anzukämpfen hätte, bis die Alles regelnde Schwere endlich wieder ihr Recht behaupten kann.



Figur 10.

Selbst unter dickem Eispanzer hören die Bewegungen des Wasserspiegels noch nicht auf, wenn sie auch bedeutend gedämpft erscheinen. Berstet jedoch das Eis, so stellen sich die früheren munteren Sprünge wieder ein.

Es ist nicht leicht, aus der Menge kleiner und unregelmässiger Ausbiegungen jene langsamen und würdevollen Schwingungen herauszuschälen, deren Untersuchung unser Hauptgegenstand sein wird. Das Mittelwasser bestimmt sich unter solchen Verhältnissen nur durch Flächenmessungen, und ergibt sich auch so von Tag zu Tag, von Woche zu Woche veränderlich, ein Zeichen, dass hinter den kleinen Schwankungen bedeutendere und langandauernde Niveauänderungen verborgen liegen.

Aber selbst das durch Flächenmessungen errechnete Mittelniveau ist keineswegs identisch mit der im vollkommenen Ruhestande befindlichen Oberfläche, mit dem Wasserspiegel, auf welchen keine irgendwie gearteten denivellirende Kräfte wirken. Zwischen kleineren Wellen ragen plötzlich höhere Berge hervor, die sich ebenso plötzlich wieder senken, aber nur bis zum mitleren Niveau reichen. (Fig. 10.) Zeitlich mit dieser Erscheinung ganz zusammenfallend finden wir am andern Ende des Sees ebenso unvermittelte Senkungen und Erhebungen, die nun aber nicht über das Mittelniveau hinausragen. Der Wellenberg im Limnogramm des einen Endes, das Wellental am anderen Ende heben und senken das Mittelniveau nicht unbedeutend, und ihr Mittel entspricht keineswegs der wirklichen Ruhelage, sondern einem gewissen, der Beobachtungszeit entsprechenden Mittelwasser.



Figur 11. Diagramme der Siófoker Pegelstände im Jahre 1895.

Aus später auseinanderzusetzenden Gründen werden selbst über mehrere Jahre ausgedehnte Flächenmessungen noch immer ein Mittelniveau liefern, das von dem Niveau des absoluten Gleichgewichtes, der Mittellage der wahren geodätischen Niveauflächen verschieden ausfallen wird. (Die wahren Niveauflächen ändern sich nämlich ebenfalls mit dem wahren Wasserstande). Zögen wir also ein fehlerfreies Nivellement über den See hin, und bestimmten somit etwa in Keszthely und Kenese zwei Punkte einer wahren Niveaufläche, so stünde das aus den Limnogrammen abgeleitete Mittelwasser in den beiden Punkten nicht gleich weit über oder unter dieser Gleichgewichtsfläche, sondern, wie wir später sehen werden, im Allgemeinen wahrscheinlich in Keszthely höher, als in Kenese.

Man hat daher zwischen dem Durchschnittsniveau und dem Mittelniveau der Ruhelage zu unterscheiden. Unter dem Durchschnittsniveau verstehen wir jene Fläche, welche durch das Mittel der Seehöhen des von den über dem See verteilten Limnographen angegebenen Wasserstandes punktweise bestimmt wird. Dieses ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine sehr complicierte Fläche, die von dem Mittelwerte der den wahren Wasserständen entsprechenden geodätischen Niveauflächen sich weit entfernen dürfte. Unter geodätischer Niveaufläche wollen wir dagegen jene Fläche verstehen, die der absolut ruhige, jeder meteorologischen Einwirkung entzogene Wasserspiegel unter alleiniger Wirkung der Schwere annimmt. Diese Fläche hat als Potentialfläche bekanntlich die Eigenschaft, in jedem Punkte senkrecht zur Schwerkraft zu stehen, und durch ihre ersten Differentiaquotienten die Grösse derselben zu bestimmen. Entfernt sich infolge irgend einer Kraft der Wasserspiegel von dem wahren Niveau, so wollen wir die Erscheinung Denivellation, deren Ursache denivellirende Kraft nennen. Demnach ist das Durchschnittsniveau eine Denivellationsfläche.

Vergleicht man die gleichzeitigen Aufzeichnungen mehrerer Limnographen, so finden sich gleichzeitige Aenderungen in demselben und in entgegengesetztem Sinne, und Aenderungen, die nur in dem einem Limnogramme verzeichnet sind, ohne in einem andern auch nur angedeutet zu sein.

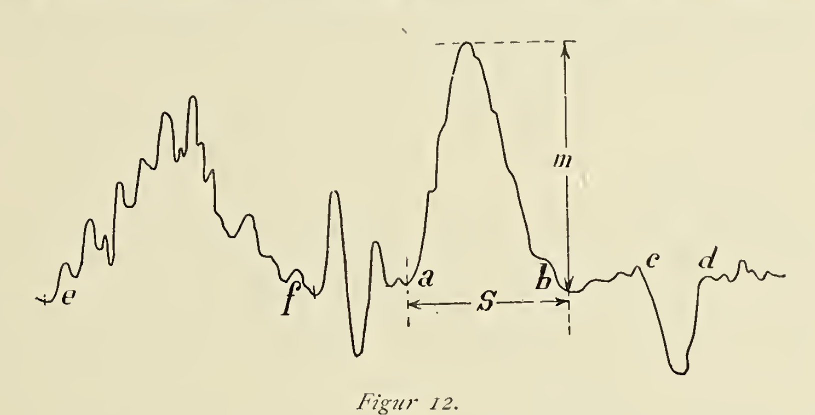
Im ersten Falle, da alle Limnographen des Sees parallel gehen, sprechen wir von allgemeiner Zu- oder Abnahme der Wassermenge. So zeigt sich im Frühjahre nach der Schneeschmelzung unter vielen Schwankungen eine allgemeine Zunahme, im Sommer bei eintretender Trockenheit wieder unter vielen unregelmässigen Schwingungen verborgen eine überall merkliche Abnahme. Fig. 11 gibt die Aufzeichnungen des Limnographs in Siófok während des Jahres 1895 wieder, worauf die Frühlingswelle mit ihren vielen Oberwellen deutlich zu sehen ist. In den verschiedenen Diagrammen entsprechen sich der Zeit nach vollkommen die länger andauernden grösseren Höhenänderungen und zwar nicht nur an besagten beiden Orten, sondern überall, weisen also in der Tat auf Vermehrung und Verringerung der Wassermassen hin. Diese Bewegungen gehören aber im engerem Sinne des Wortes in das Bereich der eigentlichen Hydrographie, und sollen somit hier übergangen werden.

Eine andere Art der Höhenänderung bilden jene Bewegungen, die nicht an jedem Pegel in derselben Richtung, besonders aber nicht in derselben Grösse vor sich gehen. Nennt man leichterer Redeweise halber Flutwelle jenes Curvenstück des Limnogramms, welches aus einem isolirt aufstrebenden Berge mit nachfolgendem Tale besteht, Ebbewelle hingegen jenes Stück, das von einem voran-

gehenden Tale und nachfolgendem Berge gebildet wird, so stellt in Fig. 12 *ab* eine Flut-, *cd* eine Ebbewelle dar. Die Wellen sind jedoch nicht immer so einfach, sondern bestehen zum Teile wie *ef* aus beiden Elementen zugleich.

Legt man je zwei Limnogramme übereinander, so erblickt man zumeist in den Flut- und Ebbewellen von der Ausdehnung einiger Stunden entgegengesetzten Gang. Hob sich z. B. das Wasser in Keszthely um 10—15 cm., erreichte es um Mittag den höchsten Stand, um abends wieder auf die morgentliche Höhe zu sinken, so zeigt sich in Kenese an demselben Tage gerade der entgegengesetzte Gang. Wasserstandsänderungen dieser Art, die an den verschiedenen Pegeln nicht gleichgerichtet vor sich gehen, werden Denivellationen genannt. Ihre wichtigste, ja dieselben allein definierende Eigenschaft ist, dass durch sie der Wasserspiegel aus der geodätischen Oberfläche herausgeschoben wird.

Die Aufzeichnungen blos zweier Limnographen sind zweifelsohne unzureichend, um zu bestimmen, ob eine Bewegung Folge einer allgemeinen Hebung oder Senkung, oder vielmehr einer Denivellation sei. Es mögen in einem Falle zwei Instrumente der Richtung und Grösse der Bewegung nach vollkommen parallel gehen, während



Figur 12.

ein drittes Instrument ganz abweichendes Verhalten zeigt. Es gibt in der Tat Denivellationen, welche den Gang der zwei an den beiden Enden des Sees aufgestellten Limnographen ganz parallel beinflussen, während ein Instrument in der Queraxe des Beckens schon entgegengesetzten Gang zeigte. Denivellationen dieser Art sind jedoch leicht kenntlich, da sie einige besondere Eigenschaften aufweisen.

In einigen Limnogrammen finden sich endlich Niveauänderungen, die nur in einem Punkte beobachtet sind, in den Aufzeichnungen anderer Pegel kein Analogon finden. Es sind meist kurze, minutenlange, selten stundenlange Schwankungen, deren Amplitude nur ausnahmsweise mehr als etliche Centimeter beträgt. Diese Bewegungen sind ebenso, wie die durch den entgegengesetzten Gang zweier Limnographen charakterisierten, zweifelsohne Denivellationen.

Eine besondere Eigenschaft der zuletzt erwähnten zwei Wellenarten ist, dass sie grösstenteils um eine durch ihr Maximum oder Minimum gehende senkrechte Axe symmetrisch sind, besonders wenn Anfangs- und Endpunkt der Bewegung in derselben Höhe liegen. Ab- und Zunahme ist daher im Mittel gleich, und selten folgt einer plötzlichen Aenderung eine langsame Ausgleichung, oder umgekehrt. Die Ursache dieser Erscheinung kann freilich nur nach eingehendem Studium der näheren Umstände gegeben werden.

Die kleineren Schwankungen können in unregelmässige und regelmässige geteilt werden.

Unregelmässige Schwankungen sind durch die verschiedensten Perioden und die mannigfaltigsten Amplituden ausgezeichnet, der Anstieg ist weder einfach, noch gleichförmig und die Kurve zumeist durch kleine Ausbiegungen complicirt. Besonders characteristisch ist, dass sie zumeist isolirt auftreten; weder gleiche, noch auch nur ähnliche Schwankungen sind in ihrem Gefolge, und selbst entgegengesetzte Veränderungen treten nicht in ihrer Nähe auf. Eine plötzlich auftretende hohe Flutwelle ist nie von einer auf dasselbe mittlere Niveau bezogenen ähnlichen Ebbewelle begleitet.

Aufstieg und Abfall der regelmässigen Schwankung ist in Bezug auf eine durch das Maximum oder Minimum gehende Senkrechte vollkommen symmetrisch, wofern sie nicht selbst einer Welle von längerem Verlaufe aufgesetzt erscheint, da dann die Symmetrie zu einer schiefen wird. Aus diesem Grunde ist ihr Gesetz mathematischer Einkleidung fähig. Sie treten nie, oder doch nur sehr selten isolirt auf, sondern bestehen zumeist aus einer Folge von Zügen, die genau dasselbe Gesetz befolgen, und höchstens verschiedene Amplitude aufweisen Maximum und Minimum liegt in derselben Entfernung vom augenblicklichen Niveau, falls die Amplituden der Wellenzüge konstant bleibt.

Obgleich beide Erscheinungsformen in engem Causalnexus stehen, stellen sie sich doch so verschieden dar, dass auch eine entsprechende Zweiteilung unserer Untersuchung begründet ist.

Auch bei andern in limnographischer Hinsicht gründlich untersuchten Seen zeigen sich beide Arten der kurzen Bewegungen oder Denivellationen, doch weicht der Plattensee von den schweizer Seen besonders darin ab, dass die unregelmässigen Schwankungen seiner Oberflähe überwiegend sind, während jene laut den gründlichen, mit besonderem Fleisse und Wissen geführten Untersuchungen die regelmässigen Bewegungen bevorzugen. Ja im Falle des Léman sind z. B. die unregelmässigen Schwankungen ganz untergeordneter Art, und die periodischen treten in ununterbrochener Reihe auf.

Es mag sogleich bemerkt werden, dass die periodischen Schwankungen zum Charakter der tiefen Seen gehören, während die aperiodischen Bewegungen den seichten Seen anhaften. Der Plattensee ist der seichteste derjenigen, die bislang in Bezug auf Schwankungen untersucht wurden und daher ein vortreffliches Objekt zur Untersuchung der unregelmässigen oder aperiodischen Schwankungen und Denivellationen.

Der Ocean, den die vor Allem periodische Gezeitenbewegung durchmisst, besitzt gleicherweise seine aperiodischen Bewegungen, die von verschiedenen Ursachen herrühren, und welche der Art und Entstehung nach schon vollbekannt sind. Es wird daher von Interesse sein, die entsprechenden Schwankungen des Plattensees mit den Bewegungen des Oceans in Parallele zu stellen, denn der Lauf der Erscheinungen ist derselbe, wenn auch der Maassstab verändert erscheint. Das Meer bietet der Verteilung meteorologischer Einflüsse eine bedeutende Fläche dar, so dass die Erscheinungen zwar bedeutender an Grösse, zugleich aber auch complicierter werden, und in der Tat sind unsere Kenntnisse ähnlicher Bewegungen fast ganz aus dem Studium der Binnenmeere geschöpft, welche Gezeiten kaum mehr, desto prägnanter aber die aperiodischen Bewegungen verraten.

Beide Denivellationsformen können im Allgemeinen auf drei Factoren als Ursache zurückgeführt werden. Die im Mittel, etwa 3·5 m. hohe Wasserschichte, welche eine seichte Vertiefung der Erdrinde in einer Oberfläche von 650 Km^2 erfüllt und den Namen des Plattensees führt, zeigt in ihrem Innern weder chemische, noch physische Veränderungen, die für die erwähnten Bewegungen verantwortlich gemacht werden könnten, und so bleibt nur die Annahme äusserer Kräfte, die entweder von der festen Rinde oder der Atmosphäre herrühren, oder aber ohne merkliche materielle Vermittelung aus der Anziehung des Mondes und der Sonne resultiren.

Die Geschichte des Studiums der Seeschwankungen zeigt zur Genüge, dass der festen Rinde nicht unbedeutende Einflüsse zugemutet wurden, die aber alle mit Ausnahme von Erdstössen ziemlich gesucht erscheinen müssen. Wir wollen sohin als einzige, von der festen Erdrinde herrührende Ursache, die Erdbeben betrachten. Die Atmosphäre, die in unmittelbarer Berührung mit der Oberfläche des Wassers steht, gestaltet deren Spiegel bald eben, bald gekräuselt, verändert Farbe, Temperatur und chemische Zusammensetzung des Wassers; Wind und Luftdruck als zwei mechanische Factoren kommen bei den Bewegungen des Spiegels in erster Reihe in Betracht, und nur, falls diese zur Erklärung der Erscheinungen nicht ausreichten, dürfte es gestattet sein, nach weiter liegenden Ursachen zu forschen.

Obwol wir seinerzeit auch die Gezeitenbewegung in den Kreis unserer Untersuchungen mit hineinbeziehen, lässt sich schon jetzt überschlagsweise schätzen, dass dieser Einfluss verschwindend gering sein muss. Der Culminationsunterschied des Mondes zwischen beiden Enden des Sees beträgt 4 Minuten, die Culmination in Keszthely erfolgt vier Minuten nach dem Meridiandurchgange in Kenese. Die Schwere wird unbedingt verkleinert, doch ist der Unterschied der flutbildenden Kraft längs der Axe des Sees so gering, dass dieselbe ganz ausser Acht gelassen werden darf.

Wir untersuchen nun getrennt die aperiodischen und periodischen Bewegungen, und beginnen naturgemäss mit den ersteren. Diese mögen zwar vor einer eingehenden Untersuchung der Ursachen als die verwickeltere Erscheinung gelten, sind aber in der Tat der Causalität nach die einfachere Erscheinungsform, und vor Allem der unmittelbare Impuls zum Zustandekommen periodischer, rythmischer Bewegungen.

III. ABSCHNITT.

Die unregelmässigen, aperiodischen Bewegungen des Plattensees.

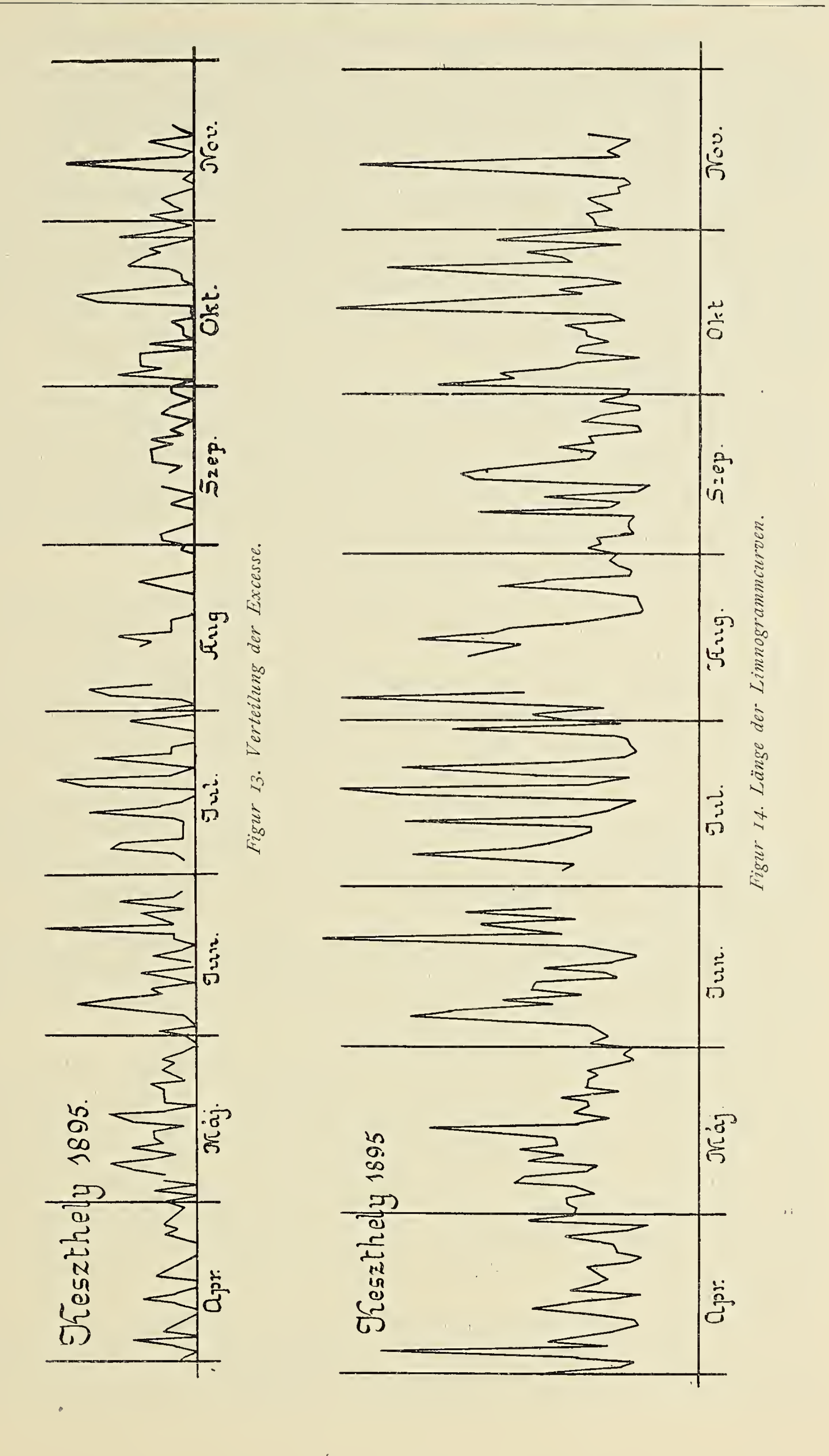
Wird schlechtweg von unregelmässigen Schwankungen gesprochen, so soll damit natürlich nicht vollommene Systemlosigkeit gemeint sein, sondern nur der Mangel des Rythmus bezeichnet werden. Die Wellenzüge dieser Bewegungen können also nicht einmal angenähert durch einfache mathematische Formeln wiedergegeben werden, noch ähneln sie auch nur entfernt den Seichescurven des Léman. Sie sind in den Limnogrammen des Plattensees derart vorherrschend, dass sie die periodischen Bewegungen zumeist ganz verbergen, und wird eine solche gefunden, so bedeutet sie gewöhnlich eine Oberwelle der ausgedehntesten aperiodischen Schwankung.

Vollkommene Ruhe des Spiegels herrscht nie, er darf aber beruhigt genannt werden, wenn die Amplitude der Schwankungen sowol in den Einzelheiten, als den grossen Zügen unter 3—4 Centimeter bleibt, und die Periode derselben nicht unter 4 Stunden beträgt. Letztere Annahme ist durchaus nicht willkürlich; sie ist vielmehr die Zeitdauer jener regelmässigen Schwankungen, die nur bei meteorologischen Störungen vorkommen. Schwankungen längerer Periode sind zum grössten Teile unregelmässig, und es gibt deren nur zwei rythmische Arten, die aber im Gegensatze zu den aperiodischen Bewegungen nur bei ruhigem Wetter zu Stande kommen.

Zwischen den mässigen und weniger wesentlichen Bewegungen ragen mitunter plötzliche Anschwellungen oder Senkungswellen hervor, ohne durch Wellen mit grösserer Amplitude oder Häufigkeit eingeleitet zu sein. Ohne merkliche Erschütterung hebt sich der Spiegel in der einen Hälfte des Sees, und senkt sich in der anderen; nach einem kurzen Verweilen in der Maximallage erfolgt unter kaum nennenswerten Schwankungen die Rückkehr zu einem dem ursprünglichen Niveau benachbarten Wasserstande, um das Spiel ruhig, doch unermüdlich fortzusetzen. Ein gutes Beispiel liefert die grosse Welle vom 24. September 1894 (Fig. 28), oder die kleinere, vom 23. September 1895. Mitunter treten solche Wellen nicht einzeln, sondern zu zweien oder mehreren gepaart auf, wie am 17. und 18. April 1895,*) oder am 7., 8., 9. Mai 1895 (Fig. 30, 31).

Wellen von diesem ähnlich ruhigen Verlaufe sind jedoch seltener. Gewöhnlich sind sie, zumeist bei grosser Amplitude durch unzälige periodische und aperiodische Wellen gezackt, ja die Amplitude der periodischen Zacken ist mitunter grösser, als jene der Grundbewegung Fig. 29.) Von dieser Art war die Denivellation vom 5. April, 5. und 20. Juni 1895 (Fig. 32, 33). Sie kommen meist nicht vereinzelnt vor, sondern sind gefolgt, mitunter auch eingeleitet von je einer das Mittelmass überschreitenden ebenfalls unregelmässigen Welle der gleichen oder entgegengesetzten Bewegungsrichtung. Eine der grossartigsten Elongationen dieser unregelmässigen Art ist die vom 12. und 13. November 1895, die in Fig. 37 dargestellt ist. (Die dem Limnogramme beigefügten Curven beziehen sich auf spätere Untersuchungen).

*) Infolge falscher Einstellung geriet der Wagen bis ans Ende der Schiene, wurde daher verhindert das volle Maximum zu verzeichnen.



Figur 13. Verteilung der Excesse.

Figur 14. Länge der Limnogrammcurven.

Der Anstieg der Wellen, besonders wenn sie mit regelmässigen Zacken versehen sind, ist gewöhnlich bedeutend steiler, als der Abfall, das Maximum ist entweder eine einfache Spitze, wie am 11. Mai oder am 12. und 13. November 1895, oder in die Länge gezogen, durch kleine Schwankungen geteilt, ja selbst durch regelmässige Schwingungen kurzer Periode so tief zerschnitten, dass sein Zeitpunkt kaum bestimmt werden kann (21. Juni oder 17. Oktober 1895 beziehentlich Fig. 33 u. 35).

Zwischen den Wellen mit spitzem und andauerndem, zerschnittenen Maximum besteht nicht nur morphologischer, sondern auch ein wesentlicher, genetischer Unterschied. So kommt es denn häufig, dass einem andauernden Maximum ein sekundäres spitzes Maximum aufgesetzt erscheint; die allgemein denivellierende Kraft war in voller Wirkung, als ganz lokal die andere Ursache hinzutrat, welche das spitze Maximum erzeugte.

Die grossen excessiven Schwankungen sind das geeignetste Object unserer Untersuchung, da sich in ihnen in grossen charakteristischen Zügen die denivellierenden Ursachen des Plattenseespiegels verraten. Gelingt es diese Erscheinungen durch das ebenfalls excessiv auftretende Wirken gewisser Ursachen zu erklären, so darf mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass auch die kleineren Schwankungen durch dieselben Ursachen bedingt sind, falls nur die sie begleitenden Umstände gehörig in Rechnung gezogen werden.

Zält man für jeden Tag die Anzal der wenigstens 5 cm. betragenden Schwankungen, wobei eine den ganzen Tag andauernde Hebung von z. B. 17 cm. als eine dreimalige Aenderung von 5 cm. gerechnet wird, so erhält man ein Bild der Verteilung der Excesse, das graphisch dargestellt (Fig. 13, für Keszthely 1895 gültig) unsere Anschauung mehr anspricht. In den ersten drei Monaten des Jahres war der See gefroren, so dass excessive Schwankung nicht zu Stande kommen konnte.

Zweifelsohne ist das Zalenmaterial auf ganz willkürliche Art gewonnen, dürfte aber doch entscheiden lassen, in welchen Monaten Excesse vorherrschen, da nicht nur die Excesse von über 5 cm. allgemein der Zal nach in Betracht gezogen werden, sondern wenigstens roh und stufenweise auch deren Grösse Rechnung getragen wird.

Soll die denivellierende Ursache in meteorologischen Veränderungen gesucht werden, so müssen unserer Curve nach in den Monaten Juni und Juli, weiter Oktober und November, als den Zeitpunkten herrschender Excesse besonders heftige meteorologische Wirkungen geherrscht haben.

Ein anderes nicht wenige rinteressantes Bild (Fig. 14.) erhält man durch die Rectification der täglichen Limnographcurve, deren Bogenlänge sicherlich in irgend einer Abhängigkeit von der Bewegtheit des Spiegels steht, indem man diese als Ordinaten einer neuen Curve betrachtet Freilich werden diese nicht unbeträchtlich ansteigen, wenn sich kleine periodische Bewegungen zeigen, die wie schon erwähnt, mit den unregelmässigen Schwankungen nicht zu verwechselnde Erscheinungen sind. Nichts destoweniger zeigt auch diese Curve die gesteigerte Unruhe des Sees in den Gewittermonaten Juni und Juli und October—November, den Monaten der heftigen Winde.

Die Monatsmittel der nach beiden Methoden erhaltenen Tageszalen sind mit der mittleren Windstärke und der Zal der Gewitter in folgender Tabelle zusammengestellt, die sich auf Beobachtungen in Keszthely 1894 und 1895 beziehen.

Monat	1894							1895						
	Tägl. Zal d. Excessze (Mittel)	Länge der täglichen Limnogramme, cm.				Mittel Windstärke	Zal der Gewitter	Tägl. Zal d. Excesse (Mittel)	Länge der täglichen Limnogramme, cm.				Mittel Windstärke	Zal der Gewitter
		Mittel	Min.	Max.	Tag d. Max.				Mittel	Min.	Max.	Tag d. Max.		
Januar . .	—	—	—	—	—	1·6	—	—	—	—	—	—	3·0	—
Febraur .	3·25	25·05	15·0	78·0	16	2·0	—	—	—	—	—	—	2·6	—
März . .	4·15	39·64	15·0	105·0	1	2·0	1	—	—	—	—	—	1·6	1
April . . .	3·83	36·03	15·0	84·0	18	1·6	4	1·67	25·07	13·0	75	5	2·3	2
Mai	6·25	53·43	18·0	109·5	28	2·0	7	3·00	29·83	15·0	63	17	3·0	5
Juni	7·00	47·53	15·0	136·5	6	1·6	8	3·35	35·73	15·0	90	21	2·6	7
Juli	3·26	36·42	15·5	79·5	27	1·6	5	3·00	35·16	14·0	84	19	2	5
August . .	2·64	33·38	16·0	91·0	29	1·3	4	2·40	32·92	13·0	84	5	1·7	6
Sept. . . .	2·33	31·90	12·5	63·0	4	1·3	6	1·61	25·53	13·0	56	16	1	3
October .	3·65	38·95	20·5	59·0	19	2·0	2	3·07	35·26	14·0	86	17	2·3	1
Novemb .	1·59	24·92	15·0	59·0	1	3·6	—	2·47	28·98	16·0	80	13	2	—
Dezemb. .	2·55	24·97	12·5	56·5	1	3·0	—	2·80	34·92	18·0	72	7	3	—

Obschon auch in dieser Zusammenstellung die Häufigkeit der Niveauänderungen in ihrer Abhängigkeit von meteorologischen Factoren klargelegt ist, würde doch der enge Zusammenhang noch deutlicher hervortreten, wenn Winde und Gewitter in einer weniger allgemeinen Weise berücksichtigt würden. Kennen wir erst die denivellierenden meteorologischen Hauptelemente, so kann auch diese Tabelle vervollständigt werden.

Diese Kenntniss anzubahnen, mögen zunächst jene meteorologischen Factoren betrachtet werden, welche mechanischer Wirkung fähig sind; es sind dies der Wind, Luftdruckänderungen, Regen, Luftelectricität u. s W. Die beiden ersten, der Wind und die Veränderungen des Luftdruckes sind die mächtigsten denivellierende Factoren.

IV. ABSCHNITT.

Wind und Denivellation.

Bleigraue schwere Wolken hingen am Himmel und in der schwülen Luft regte sich kaum ein Blatt, als ich am Nachmittage des 14. Juli 1889 von Arács herabkam, um ein Bad zu nehmen. Kaum im Wasser angelangt, wälzte sich von den Bergen eine schwarze Wolke in Begleitung eines heftigen Orkans, der alles Bewegliche aufwühlte, den Staub bis zu den Wolken peitschte, und auch mich kaum an das Ufer gelangen liess. Zu meinem Erstaunen war das Wasser, das die Pfosten der Kabine in einer Höhe von 40—50 cm. bedeckte, ganz gewichen und während kaum 5 Minuten, da der Orkan das Südufer vielleicht noch nicht einmal erreicht hatte, war er mächtig genug gewesen, das Wasser am Nordufer um etwa 30 cm. zu ebben.

Sollte die Reibung zwischen Luft und Wasser derart beteutend sein, dass während der Druckausgleichung mechanische Wirkungen dieser Grösse zustandekommen können, oder hätte man es hier vielleicht nur mit einer specialen Denivellation zu tun, die sich bei anderen Winden nicht wiederholte?

Frischer Seewind staut das Wasser gegen das Ufer des Oceans, bei gehöriger Stärke tritt es aus oder strömt mit grosser Geschwindigkeit in Flussmündungen ein Besonders Hollands Uferdämme haben viel von diesen Sturmfluten zu leiden, und heftiger Südwestwind über dem Baltischen Meere drängt das Wasser in das Frische Haff und die Mündung des Pregel mit grosser Geschwindigkeit, so das diese noch in Königsberg, 10 km. aufwärts, mehr denn 1 m. beträgt.

Nach den an die Deutsche Seewarte einlaufenden Berichten*) steht die Grode benannte Niederung an dem Westufer des Sahdebusens zwischen Wilhelmshaven und Schillinghörn bei heftigem Sturme stets unter Wasser. Seit den Sturmwarnungen der Deutschen Seewarte richten die Sturmfluten laut den Berichten des Leuchtturmwärters in Schillinghörn bedeutend weniger Schaden in den Heerden an.

Focke W. O.**) zält 106 Gemeinden und darunter 11 Inseln auf, die durch Sturmfluten vernichtet wurden, und zwar fielen auf das Jahr

1086	1	Gemeinde
1218	3	Gemeinden am Jahde
1216—1300	5	Gemeinden
um 1300	8	»
Ende des XIII. Jahrhunderts	20	» am Dollart
Anfang des XIV. Jahrhunderts	14	» » »
1354	7	Gemeinden
1373	1	Gemeinde
im XIV. Jahrhundert	6	am Dollart
1510	1	Gemeinde

*) Beiheft zu den Monatsheften der Deutschen Seewarte 1889.

**) Beiträge zur nordwestdeutschen Volks- und Landeskunde, Bremen, 1895, p. 60—71.

1530	1	Gemeinde
1546	1	»
1561	8	Gemeinden am Jahde
1588—1591	1	Gemeinde
im XVII. Jahrhundert	2	»
1615	1	»
1634	19	am Nordstrande
1637	1	Gemeinde
1699	1	»
1720	1	»
1825	2	»
1840	1	»
1862	1	»
Zusammen	106	Gemeinden.

Es steht daher ausser allem Zweifel, dass der Wind die Wasserfläche denivellirt, sei es infolge der Reibung, sei es infolge des Druckes, der auf die getürmten Wellenflächen ausgeübt wird, oder auf andere Weise. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass auch die excessiven aperiodischen Ausbiegungen unserer Limnogramme dem Winde zugeschrieben werden müssen.

Die längs des Plattensees von Ost nach Westen wehenden Winde stauen in Keszthely das Wasser, und senken den Spiegel in Kenese, und umgekehrt, wenn sich die Windrichtung um 180° dreht. Mit der Queraxe des Sees zusammenfallende Winde werden an den besagten Punkten nur unbedeutende Spiegelschwankungen hervorbringen. Die Suche nach dem Zusammenhang von Wind und Wasserstand hat also vor Allem ausser der Stärke auch die Richtung des Windes zu berücksichtigen. Landwärts senkrecht auf die Uferlinie gerichtete Winde bringen die grösste Stauung, seewärts die Ufer rechtwinklig treffende Winde unter sonst gleichen Umständen die grösste Ebbe hervor. Unter schiefem Winkel auffallende Winde wirken natürlich nur mit ihrer auf das Ufer senkrecht stehenden Componente.

Die Wirkung der Luftströmung hängt entschieden von deren Geschwindigkeit ab. Ohne noch zu untersuchen, wie damit das Zustandekommen einer Denivellation zusammenhängt, mag vor der Hand angenommen werden, dass diese der Windgeschwindigkeit proportional sei.

Ist PP die Uferlinie, gegen welche sich unter dem Winkel β ein Wind von der Geschwindigkeit S lege (Fig. 15), welche durch ab und dem Richtungspfeile dargestellt wird, so ist die senkrecht auf das Ufer wirkende Componente $S_1 = S \cos \alpha$, welche die Stauung bewirkt, während $S_2 = S \sin \alpha$ dem Ufer parallel läuft, und keine Denivellation hervorbringt, wenn die Uferlinie gerade und unendlich lange angenommen wird. Die Windgeschwindigkeit S ist unseren Formeln entgegen dem allgemeinen Gebrauch gleich einer Kraft mit grossem Buchstaben bezeichnet, sicherlich dem Sprachgebrauche angemessen, der zwischen Windstärke und -Geschwindigkeit keinen wesentlichen Unterschied feststellt.

Wird der Einfallswinkel des Windes grösser, als ein Rechter, wobei der Wind vom Ufer weg seewärts bläst, so wird die Componente S_1 negativ und bedingt eine ihr proportionale Erniedrigung des Spiegels. Um ein graphisches Bild der Windwirkungen zu bekommen, verzeichnen wir, wie in Fig. 18 eine Wind-

rose: der vom Nullpunkte senkrecht nach oben gerichtete Stral entspreche der ENE Richtung, da dieser Wind für Keszthely die grösste Stauwirkung besitzt. Dabei entspricht natürlich die wagrechte Linie NNW—SSE der Uferrichtung. Die darauf senkrecht nach unten gezogene WSW Richtung entspricht an besagtem Orte der grössten Ebbewirkung des Windes, die übrigen Richtungen werden der Windrose entsprechend eingezeichnet. Da die Windstärke in der Meteorologie nach der Zehnerskale geschätzt wird, so werden um den Nullpunkt mit den Radien 1, 2 . . 10 aequidistante Kreise geschlagen, so, dass die Radien unmittelbar die Windstärken angeben. Die einzelnen Schnittpunkte der Kreise und Stralen werden nun durch senkrechte, auf die ENE—WSW Richtung projicirt, wodurch man die der Uferlinie parallelen Windcomponenten erhält. Da die Figur um die verticale Axe symmetrisch ist, so entspricht natürlich dem N Wind und dem gleichstarkem SE Wind u. s. f. die gleiche Componente. Die positiven Componenten des N, NE, E und SE Windes entsprechen einer Stauwirkung, die negativen NW, W, SW und S der Ebbewirkung. Ein ganz ähnliches Diagramm mag auch für Kenese gezeichnet werden, in welchem aber zweckdienlicher die WSW Richtung nach oben, die ENE Richtung nach unten gezogen ist; SSE liegt links und NNW nach rechts.

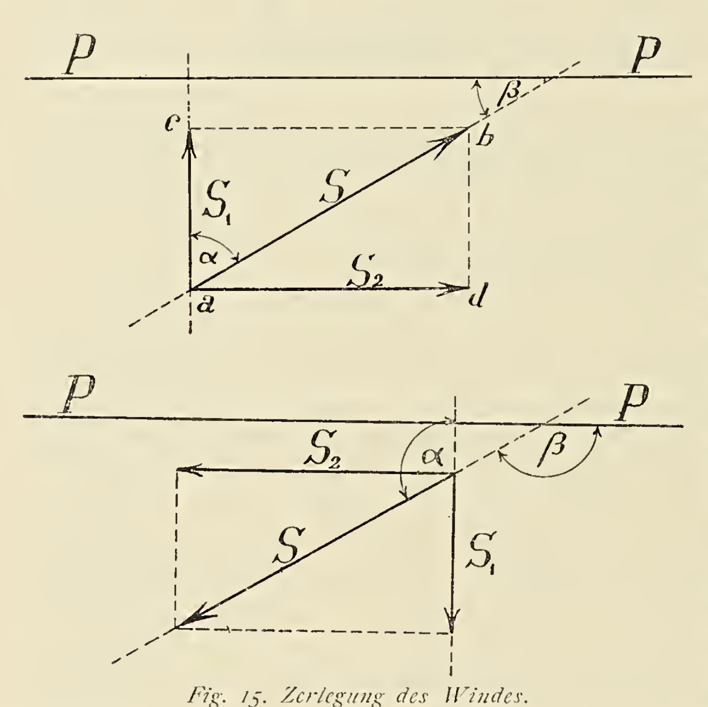
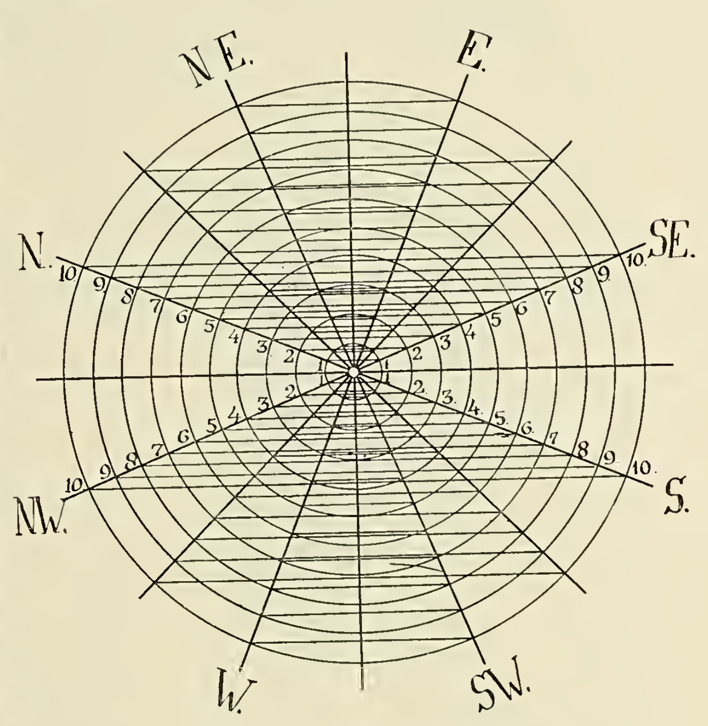


Fig. 15. Zerlegung des Windes.

Mit Hülfe dieser Diagramme kann nun ein Curvensystem gezeichnet werden, in welchem die positiven und negativen Ordinaten beziehentlich der Stau- und Ebbewirkung der Winde proportional sind. Die jeweilige Windrichtung und Stärke nach der Zehnerskala kann für die Beobachtungsstunden morgens 7^h, nachmittags 2^h und abends 9^h aus den meteorologischen Beobachtungsjournalen entnommen werden. Weht z. B. in Keszthely zu irgend einer Zeit NE_3 Wind, so ist die Ordinate für diesen Ort und diesen Moment nicht 3 Längeneinheiten (z. B. Centimeter), sondern 3 cm $\times$ cos α_{NE}. So gibt NW_5 an demselben Orte nur eine kleine negative Ordinate u. s. f. Diese Componenten werden, als die Projection der betreffenden Winde einfach aus dem Winddiagramme entnommen und für den gegebenen Zeitpunkt in die Curve des Winddruckes eingetragen. Wol bedeuten die gesagten Ordinaten nicht selbst den Winddruck, sondern eine ihm proportionale Grösse. Vorgreifend darf jedoch schon hier dieser Ausdruck gebraucht werden, da dem Sprachgebrauche nach der Wind in der Tat das Wasser von einem Ufer zum andern «hinüberdrängt». Die eigentliche Berichtigung dieser Ausdrucksweise dürfte später klarer werden.

Bei der Reduction zalreicher Beobachtungen scheint es vorteilhaft, von der Symmetrie der in Fig. 16 dargestellten Diagramme um die Verticalaxe Nutzen zu ziehen. Es braucht somit nur die Hälfte construit zu werden, wobei natürlich, wie in Fig. 17 und 18 ein jeder Stral doppelte Benennung erhält. Die halben Windrosen werden auf je ein Blatt gezeichnet und mit einem Ausschnitte versehen, um sie an die Abscissenaxe der Winddiagramme anlegen zu können; der Verticalrand der Zeichnung vertritt dann sogleich die Construction der Ordinaten. In dieser Weise erfolgt die Construction der Curvensysteme sehr rasch, was umso wünschenswerter ist, als täglich 3 Windbeobachtungen vorliegen, die mit den Limnogrammen von drei Jahren verglichen werden mussten, was das Einzeichnen von etwa 4000 Ordinaten erforderte.

Diese Wind- oder Winddruckcurven geben nun ein klares Bild, welchen Anteil die Winde an dem Zustandekommen excessiver Denivellationen und ganz allgemein unregelmässiger Schwankungen nehmen.



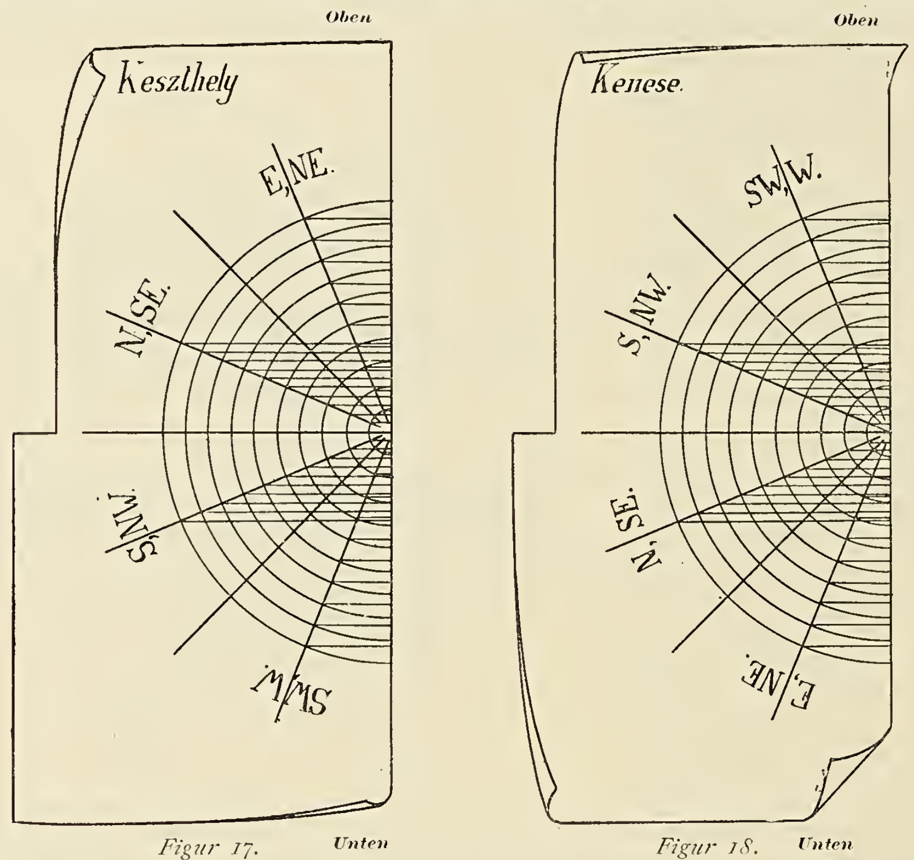
Figur 16. Windrose zur Zerlegung des Windes.

Die Annahme, als ob in Keszthely die grösste Stauwirkung von ENE Winden herrührte, scheint auf den ersten Blick ziemlich unbegründet, da nicht diese Richtung auf die betreffende Uferlinie senkrecht steht. Noch mehr gilt dies von Kenese, das am EW gerichtetem Ufer liegt. Der Plattensee muss jedoch als langer Canal aufgefasst werden, an dessen einem Ende, z. B. in Keszthely Stauung eintritt, sobald der Wind längs des Sees, von E nach W streicht (Fig. 19). Sehr heftige S Winde verursachen zwar in Keszthely infolge einer Querdenivellation locale Stauung, ziehen aber zugleich infolge der längs des Sees wirkenden Componente eine allgemeine Senkung des Keszthelyer Niveaus nach sich.

Da über die ganze Ausdehnung des Sees sich erstreckende Denivellationen von solchen Winden herrühren, die längs der Seeaxe grosse Componenten liefern, so ist leicht einzusehen, dass es vollauf genügt, das Windcurvensystem überhaupt einmal zu verzeichnen und hiemit die Limnogramme von Keszthely und Kenese zu vergleichen. In allen Fällen, da der Wasserstand in beiden Punkten gerade entgegengesetzten Gang aufweist, ist das Verfahren durchaus genügend, zeigen sich aber in einem Punkte Veränderungen, die von dem Wasserstande des anderen Punktes unabhängig sind, also rein localen Charakter haben, so muss das Winddiagramm für beide Pegelstationen gesondert gezeichnet werden.

Die beiden Windcurven werden in dem freilich sehr seltenen Falle identisch, als an beiden Stationen Wind von derselben Stärke und Richtung herrscht. Sollen über die ganze Ausdehnung des Sees sich erstreckende Denivellationen untersucht werden,, so ist natürlich in der Construction der Mittelwert sämmtlicher über die Oberfläche der Wassermasse hinstreichenden Winde zu nehmen, während für locale Schwankungen nur die örtlich beobachteten Winde in Rechnung kommen.

Doch ist es gerade diese entscheidende Distinction, welche das Zeichnen der Windcurven erschwert, da mittlere Richtung und Stärke der über dem See wehenden Winde sehr schwer, oder vielleicht gar nicht zu bestimmen sind, denn schon die Berechnung dieser Grössen für einen gegebenen Augenblick erheischt

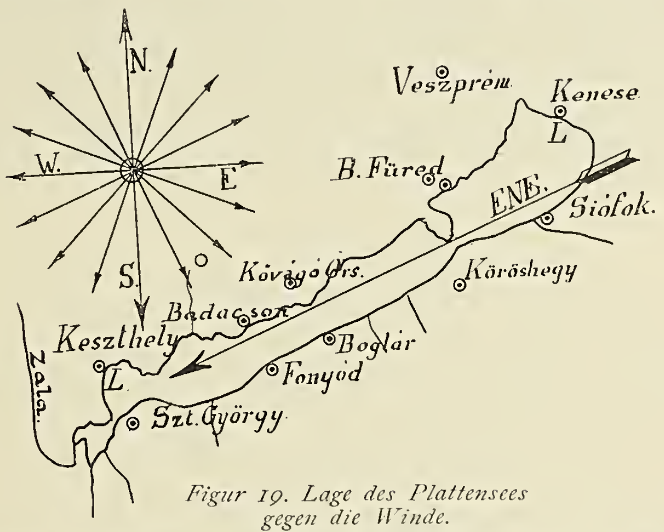


Figur 17. *Figur 18.*

eine Unzal von Beobachtungen. Kennte man aber auch, sei es aus dichtgedrängten Beobachtungen, sei es aus irgend einem Gesetze über jedem Punkte den Wind, so wäre es immerhin noch sehr langwierig, jene constanten Mittelwerte abzuleiten, die während einer gegebenen Zeit die tatsächlich herrschenden Verhältnisse in ihren Wirkungen voll ersetzen können.

Kennt man die Windelemente über einem Gebiete, so können die Strömungsverhältnisse in der Karte mehrfach dargestellt werden. Das unmittelbarste Bild erhält man durch Einzeichnen der die Windrichtungen darstellenden Pfeile, die umso dichter stehen, je stärker der Wind ist. Eine regelmässige Cyclone ist in dieser Weise in Fig. 20 dargestellt; die Darstellung selbst ist aber einer weiteren graphischen Reduction nicht zugänglich. Schwerere Uebersicht, doch eine für Constructionen zweckdienlichere Darstellungsweise erhält man, wenn die Winde

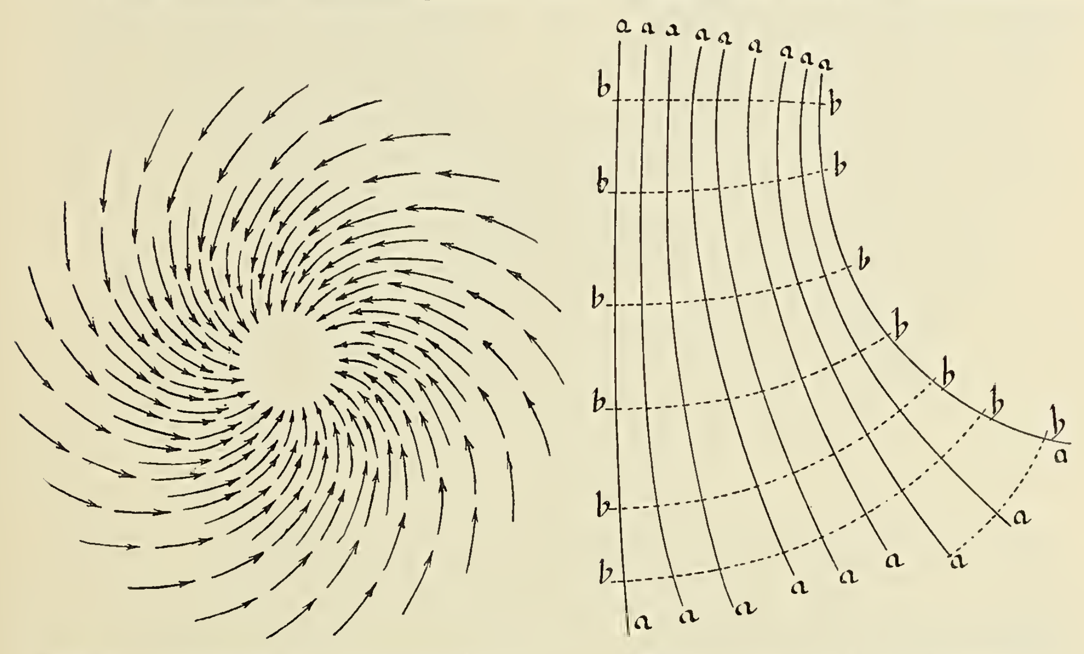
in ihre zwei Bestimmungstücke zerlegt werden, wie das in Fig. 21 geschehen. Die Curven a—a verbinden die Orte gleicher Windstärke, die Curven b—b stellen die zu den Windrichtungen senkrechte Linien dar. Erteilt man dem ersteren Curven-



Figur 19. Lage des Plattensees gegen die Winde.

systeme bestimmte Werte, so erhält man eine der früheren Darstellungsweise an Präcision weit überlegenere Veranschaulichung, die aber noch immer nicht geeignet ist, die mittleren Elemente des Windes leicht erkennen zu lassen.

Das präciseste Darstellungsmittel eines Windsystems erhält man, indem man

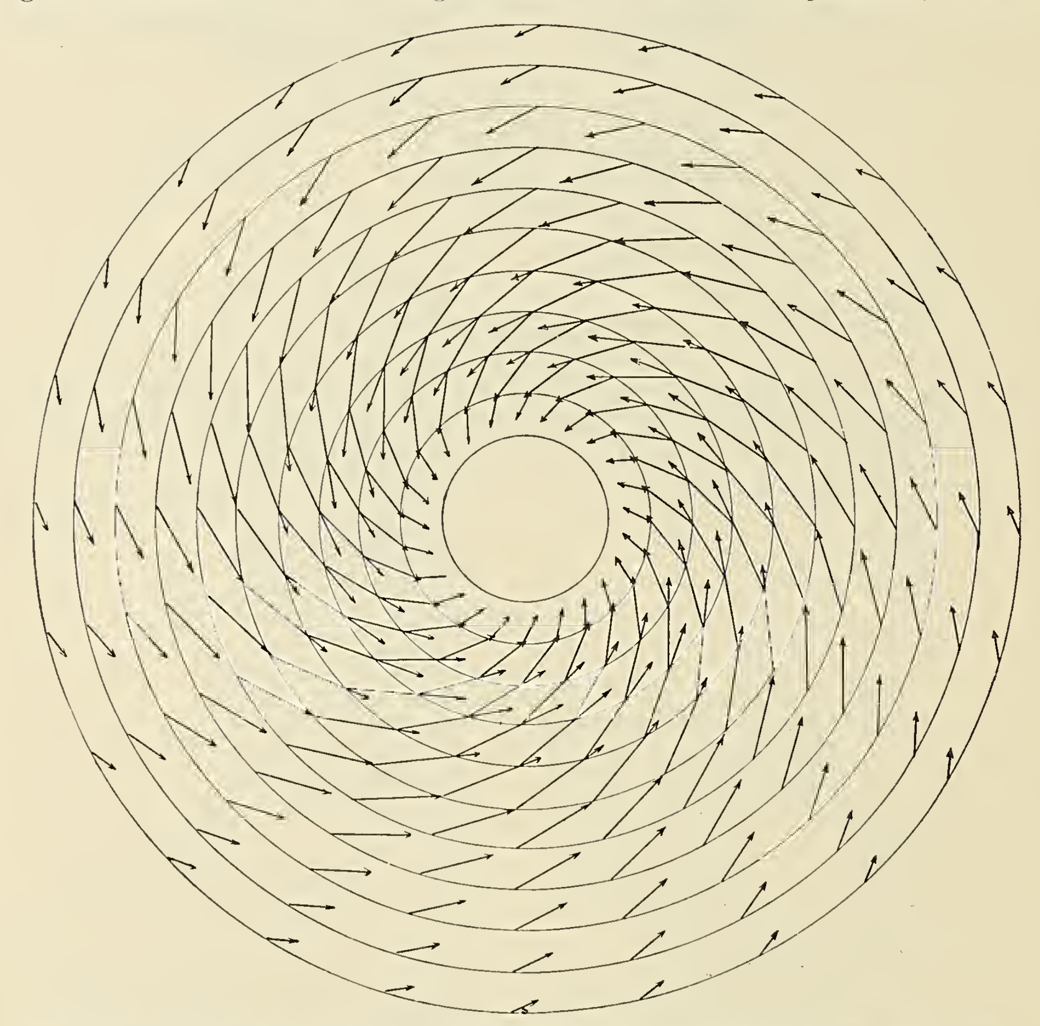


Figur 20. Darstellung der Winde durch Pfeile.

Figur 21. Darstellung der Winde durch Kräftelinien.

den Wind in jedem Punkte in zwei aufeinander senkrechte Componenten zerlegt, z. B. in eine nordsüdliche und eine ostwestliche, und die Oerter gleicher entsprechender Componenten durch Schichtenlinien verbindet, wobei natürlich das Vorzeichen der Componenten streng zu beachten ist. Ist z. B. durch meteorologische Beob-

achtungen eine weitausgedehnte Cyclone gegeben, in welcher die Windstärke (Geschwindigkeit) vom Centrum aus wächst, und in einer gewissen Entfernung von Aussen wieder abnimmt, so möge die Fig. 22 durch die aequidistanten Kreise und durch die Pfeiler, deren Richtung die Windrichtung am Orte der Pfeilspitze, deren Länge die Stärke des Windes characterisiren, die graphische Darstellung der Verhältnisse vermitteln. Zerfällt man in den einzelnen Punkten in die besagten zwei Componenten, so bedeutet das ausgezogene und punktirte Curvensystem der Fig. 23 beziehentlich die Oerter gleicher N—S und EW Componenten; die bei-

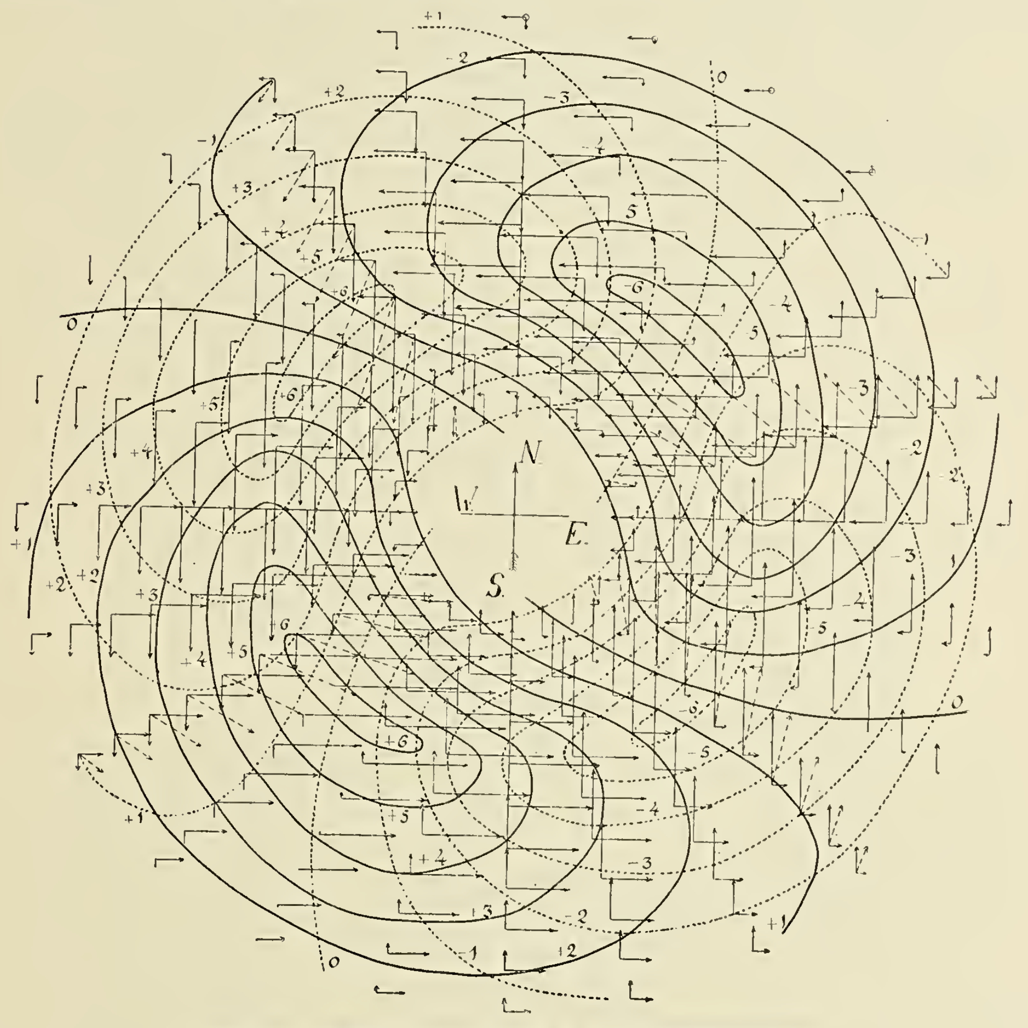


Figur 22. Darstellung einer Cyclone. Die Richtung der Pfeile fällt mit jener des Windes zusammen, ihre Länge ist der Windstärke proportional.

gefügten Zalen geben die Grösse der Componente, wobei, wie üblich, N und W Winde positiv gerechnet werden.

Ist nun eine Cyclone in der beschriebenen Weise dargestellt, so mag nun über dem Gebiete *bbbb* mittlere Windrichtung und Stärke gesucht werden, wobei die Figur als eine Uebereinanderlagerung einer wirklichen Schichtenkarte betrachtet werden darf, deren Zalenangaben wirkliche Höhen bedeuten. Durch irgend ein orometrisches Verfahren kann nun die mittlere Höhe dér beiden Systeme über der Grundfläche *bbbb* ermittelt werden, die sicherlich mit der mittleren Componente

des Windes identisch ist. Die Vereinigung beider Mittel nach den Gesetzen des Kräfteparallelegramms gibt sodann den mittleren Wind, der in seinen Denivellationswirkungen dem tatsächlichen Windsysteme adaequat ist. Mit diesem Mittel müssten also die Daten der Limnographen verglichen werden, um in der Tat zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen. Freilich ist die Gleichwertigkeit des mittleren und tatsächlichen Windes nicht über alle Zweifel erhaben; da wir aber selbst den Zusammenhang des gleichförmigen Windes mit der Denivellation nicht genau kennen, ist es nicht möglich, die Strenge weiter zu führen.



Figur 23. Zerlegung einer Cyclone durch Schichtenlinien.

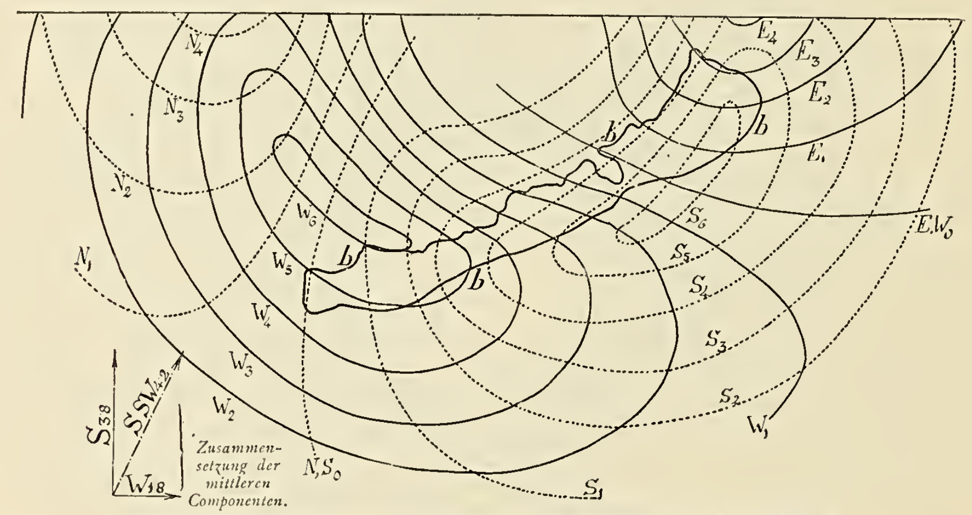
Die Methode zeigt schon an und für sich, dass es eine arge Täuschung wäre, den Wind an dem einen Ende des Sees für den dort beobachteten Wasserstand verantwortlich machen zu wollen. Ist z. B. *bbbb* unserer Figur 24 die Fläche des Plattensees, so weht in Keszthely W_5, in Kenese dagegen SSE_6 Wind, während das allgemeine Mittel SSW Wind von der Stärke 4·2 ergiebt.

Da nun eine präcise Methode gewonnen wurde, so wäre diese zum Mindesten in allen zweifelhaften Fällen zu verwenden. Sie verursacht aber so viel Mühe, dass hievon wol Abstand genommen werden darf, sobald wir einmal über den

Zusammenhang von Wind und Denivellation ganz klar und sicher geworden sind. Soviel ist — wie erwähnt — aber jedenfalls zu beherzigen, dass die Untersuchung eines Pegelstandes nicht allein mit den local wehenden Winden in Verbindung gebracht werden darf.

Bei der Untersuchung der Limnogramme des Plattensees musste ich mich mit einer weit einfacheren und bedeutend roheren Methode begnügen; es wurde einfach das arithmatische Mittel aus den Denivellationswirkungen der an beiden Enden des Sees wehenden Winde genommen. Eine Berücksichtigung der Daten der übrigen Uferstationen liess zu dem beruhigenden Resultate kommen, dass auf diese Weise durchaus brauchbare Resultate erlangt werden.

Bei der Ausführung wurden die Windordinaten einer Station aufgetragen, und hiezu einfach die Ordinate der anderen Station gefügt. Die Construction ergiebt dann einfach das Mittel der beiden in doppeltem Maassstabe. In den beigefügten Tabellen finden sich jedoch auch die Winddiagramme der einzelnen



Figur 24. Beispiel zur Bestimmung der mittleren Windrichtung.

Stationen zum Beweise dessen, dass aus je einer allein richtige Folgerungen nicht gezogen werden können.

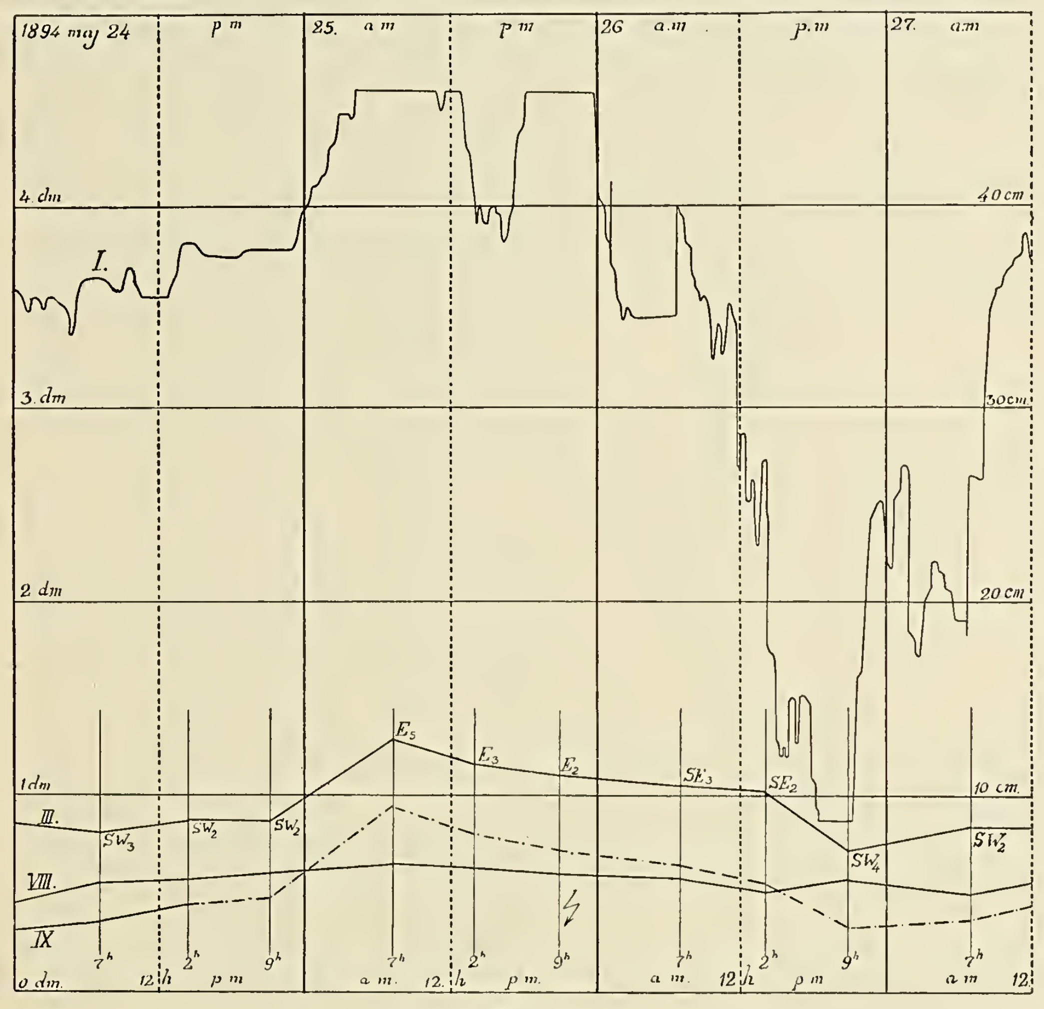
Eine Auslese einzelner Limnogramme, die in Fig. 25—38. dargestellt sind, ergeben beachtenswerte Resultate.

Der Maassstab der Zeichnung ist aus der Figur selbst zu ersehen, da im Abstande von je 1 dm. wagrechte Linien gezogen sind. Das Winddiagramm und die Curve der Luftdruckunterschiede, von denen später die Rede sein soll, sind nach einer willkürlichen Scale gezeichnet, die jedoch auf den Originallimnogrammen constant blieb und durch die Reproduction proportional mit den Limnogrammen verkleinert wurde. Um die vielfachen Curven einfach unterscheiden zu können, sind sie mit römischen Zalen beziffert, derart, dass

die Linie I. das Limnogramm von Keszthely;
» » II. » » » Kenese;
» » III. die Windcurve » Keszthely;
» » IV. » » » Kenese;
» » V. die Summe der Windcurven;

die Linie VI. das Barogramm von Keszthely;
» » VII. » » » Balaton-Füred;
» » VIII. den Unterschied der Barogramme;
» » IX. die Summe der Barogrammunterschiede und des Windes bedeutet.

Unter den vertikalen Linien bedeutet die voll ausgezogene die Mitternacht,



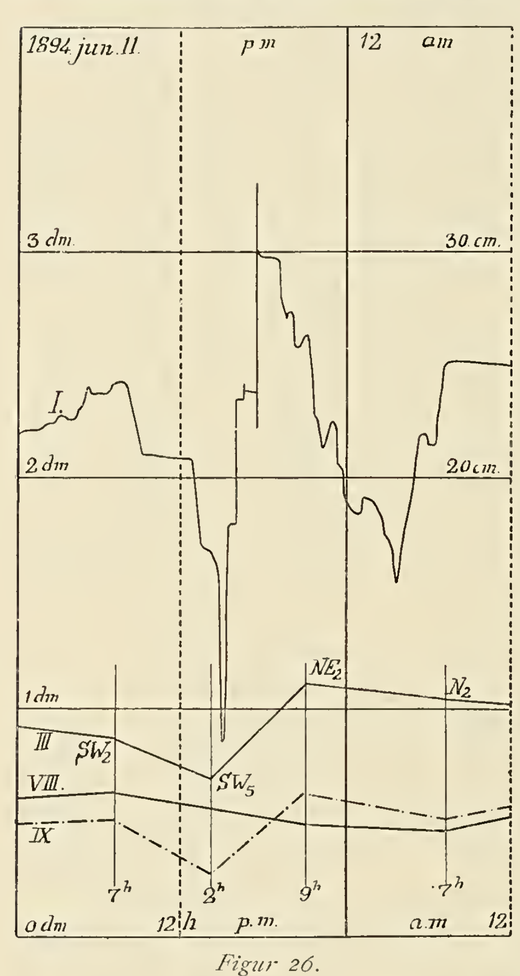
Figur 25.

die punktirte den Mittag, *a. m.* (ante meridiem) und *p. m.* (post meridiem) dienen zur Bezeichnung des Vor- und Nachmittags.

Fig. 25 (24—27. Mai 1894) stellt eine schöne Doppeldenivellation dar. Der Wind drehte sich am 24. Nachts plötzlich von SW_2 nach E_3, worauf das Wasser in Keszthely so zu schwellen begann, dass der Schreibstift bis auf den Rand des Papiers hinauslief. Der Ostwind lenkte erst am 26. Mittags wieder nach Südwesten ein, was eine Senkung von 30 cm. in Keszthely zur Folge hatte. Am Mittag des 27-ten war der Wind so schwach geworden, dass der Wasserstand auf das ursprüngliche Mittelniveau zurücksank. Zu dieser Zeit konnten von Kenese noch keine brauchbaren Limnogramme erhalten werden.

Noch um vieles lehrreicher ist die Figur 26 (vom 11. Juni 1894). Der Wind, der um 2 Uhr Nachmittags mit grosser Heftigkeit aus SW blies, drehte sich abends gegen Nordosten und aller Wahrscheinlichkeit nach recht plötzlich, da das Limnogramm um etwa 25 cm. ganz vertikal ansteigt. Auch der Limnograph zu Keszthely functionirte damals noch nicht befriedigend.

Fig. 27 (vom 25—27. Juli 1894). Ein schwacher Nordwind wendete sich plötzlich nach Nordosten, so dass das Wasser in Keszthely ruhig aufstieg und mit nachlassendem Winde wieder sank. Die Drehung des Windes geschah hiebei in der Weise, dass für die Stauungswirkung eine grosse Componente verloren ging, blies doch am 27. Früh N_3-Wind, der das Limnogramm mit vielen kleinen Erzitterungen belastete. Am 25-ten um 2 Uhr des Nachmittags bemerken wir die feine Treppenbildung, von der später ausführlicher die Rede sein wird, und welche auf Grund der Fehleruntersuchung unseres Instrumentes auf eine sehr feine, den Vibrationen des Léman vergleichbare Schwingung hinweist.



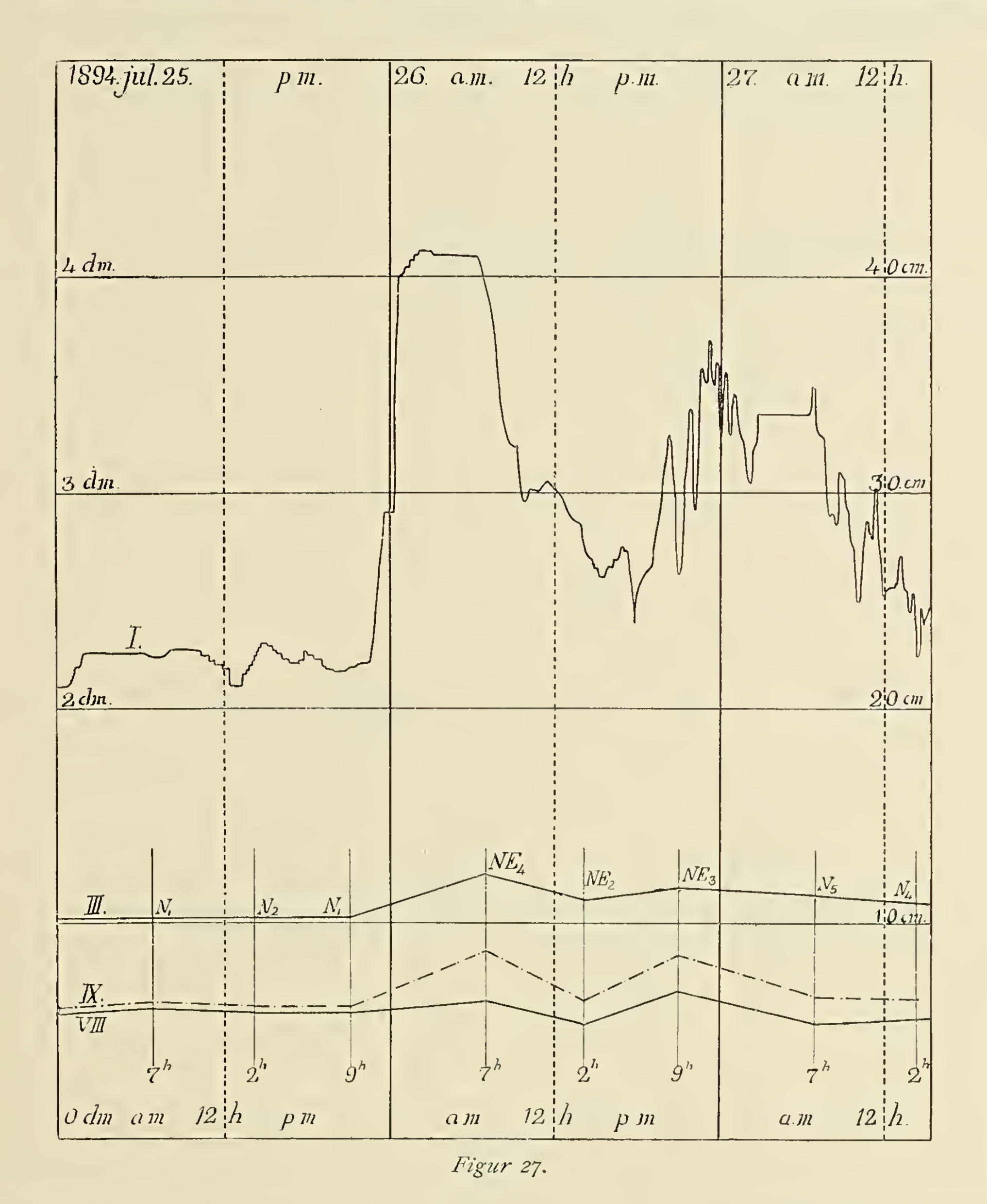
Figur 26.

Fig. 28 stellt eine selten schöne, ruhige und andauernde Denivellation des Wassers zu Keszthely dar. Der schwache Ostwind in Keszthely frischt am 24. September 1894 abends auf, dauert den ganzen folgenden und selbst den dritten Tag noch immer nahe gleichförmig an, und erstirbt erst am 26. abends. In Kenese wurde vorhergehend Windstille, darauf nordöstlicher und später Ostwind verzeichnet. Die Zusammensetzung der beiden Windcurven ist in auffallender Harmonie mit dem Gange des Limnogramms, mit Ausnahme des Augenblickes des Maximums, da die Windcurve eine Senkung aufweist. Da von gleichgerichteten Winden die Rede ist, fällt es nicht schwer in die Wage, dass in Keszthely Morgens E_4 und Nachmittags E_2 Wind gezeichnet wurde, indem es möglich bleibt, dass eine Schwächung über dem See entweder gar nicht verspürt wurde, oder wenigstens nicht lange andauerte. Der congruente Gang beider Curven ist jedenfalls bemerkenswert.

Fig. 29 (vom 4—6. April 1895). Das Wasser in Keszthely hob sich bei sehr heftigem Nordorkane. Da aber eine grosse Componente desselben für die Denivellation verloren ging, so ist diese selbst sehr verwaschen und unstetig. Aehnliches zeigt auch der Wasserstand in Kenese, der noch häufigere Erzitterungen aufweist. Beide Wellen sind in ihren Hauptzügen gleichzeitig, scheinen aber in den Einzelnheiten von einander unabhängig zu sein. Hier wurden die Daten des

Barographen zum erstenmale benützt; es sei über dieselben nur soviel bemerkt, dass die Barogramme genug ruhig schreiten, die Linie ihrer Unterschiede aber recht unruhig erscheint.

Fig. 30 (16—19. April 1895). Zwei mächtige Flutwellen von Keszthely stehen zwei gleichzeitigen Ebbewellen von Kenese gegenüber. Jene von Keszthely konnte

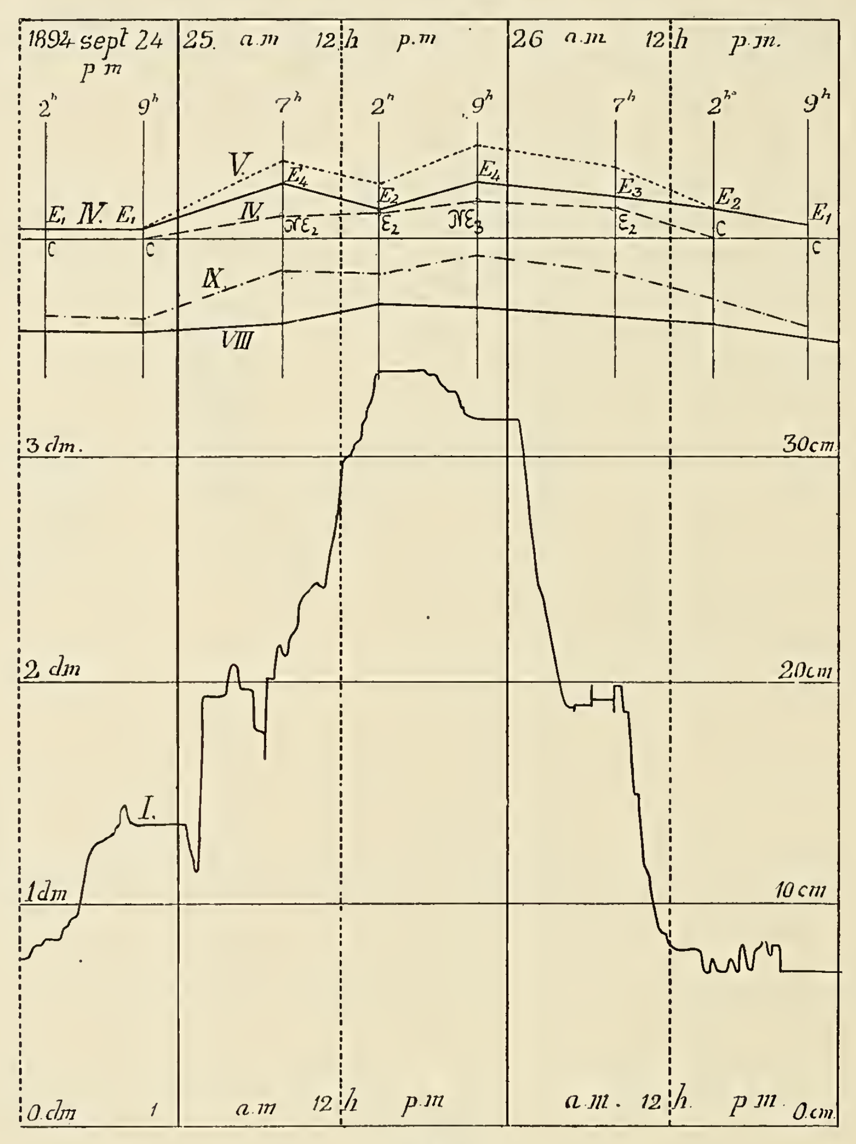


Figur 27.

wegen Mangel an Spielraum von dem Instrumente nicht verzeichnet werden. Beide Wellen sind durch den Wind vollkommen erklärbar.

Fig. 31 (vom 7—9. Mai 1895) stellt eine mehrfache, aber stets gleichsinnige Denivellation dar. Der Wind ist mit wechselnder Stärke fortdauernd ein östlicher. Wahrscheinlich sind auch regelmässige Schwingungen in der Erzeugung der eigentümlichen Curvenformen betätigt.

Fig. 32 (vom 5—7. Juni 1895) ist die Zeichnung einer der schönsten, mit regelmässigen Schwingungen gezackten Denivellation. In Keszthely lassen sich die Hauptlinien der Denivellation in zwei leider wieder unvollständig verzeichneten Flutwellen recht gut erkennen. Die Flutwellen zeigen einen mit jenen von Kenese gerade entgegengesetzten Gang; die Zusammensetzung V der beiden Windcurven der zwei Stationen erklären diese Erscheinung sehr schön. Die Curve der Baro-

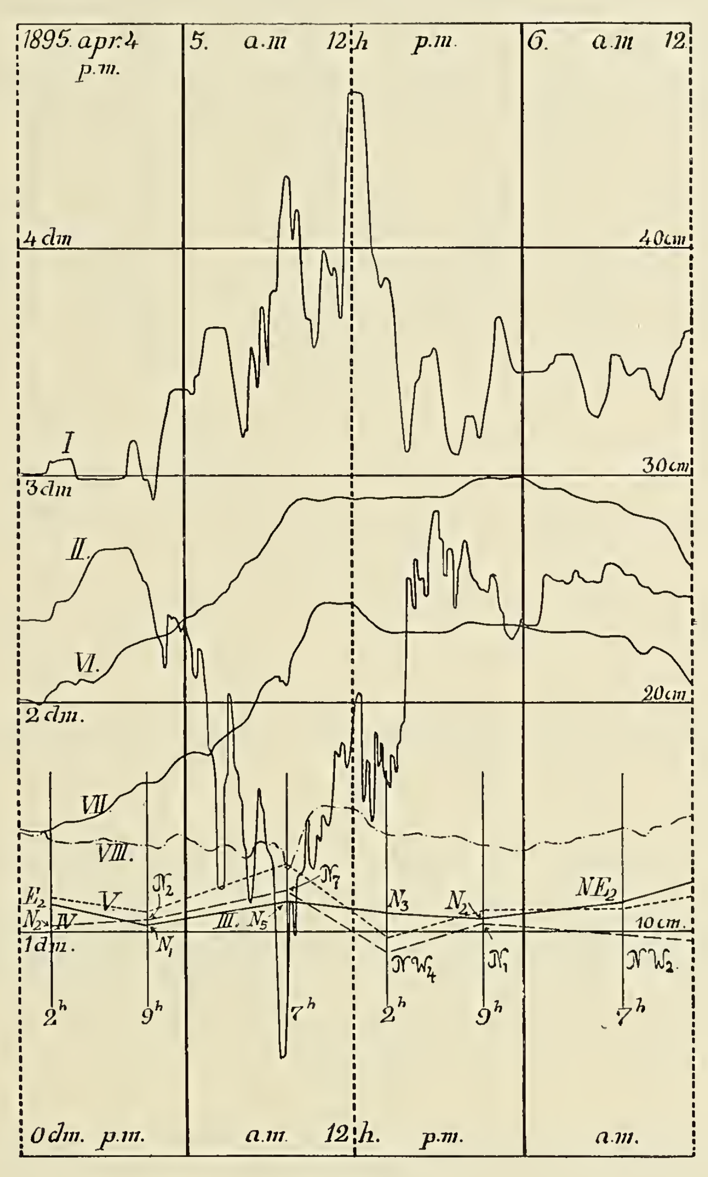


Figur 28.

grammunterschiede ist sehr unruhig, und beide Limnogramme sind voll kleiner Schwankungen. In Bezug auf Feinheit der regelmässigen Linienstücke gibt die Reproduction nicht einmal ein angenähertes Bild des Originals (die Copierung geschah bei allen Zeichnungen mit Hülfe des Pantographs, horizontale und verticale Dimensionen sind im gleichen Verhältnisse, wie auf den ursprünglichen Blättern).

Fig. 33 (vom 20—22. Juni 1895). Nach einer starken Welle, Erzitterung der Barogrammunterschiede, zeigen sich auf dem Keszthelyer Limnogramme Denivel-

lationen, welche zwar die früheren Denivellationen von Kenese an Länge übertreffen, hinter den gewöhnlichen Schwankungen aber zurückbleiben. Diese werden bei der Untersuchung der periodischen Schwingungen mehr ins Einzelne gehend besprochen werden. Sie hängen schon enger mit den Keneseer Schwingungen von ähnlicher Periode zusammen, die jedoch weit weniger schön verzeichnet sind.

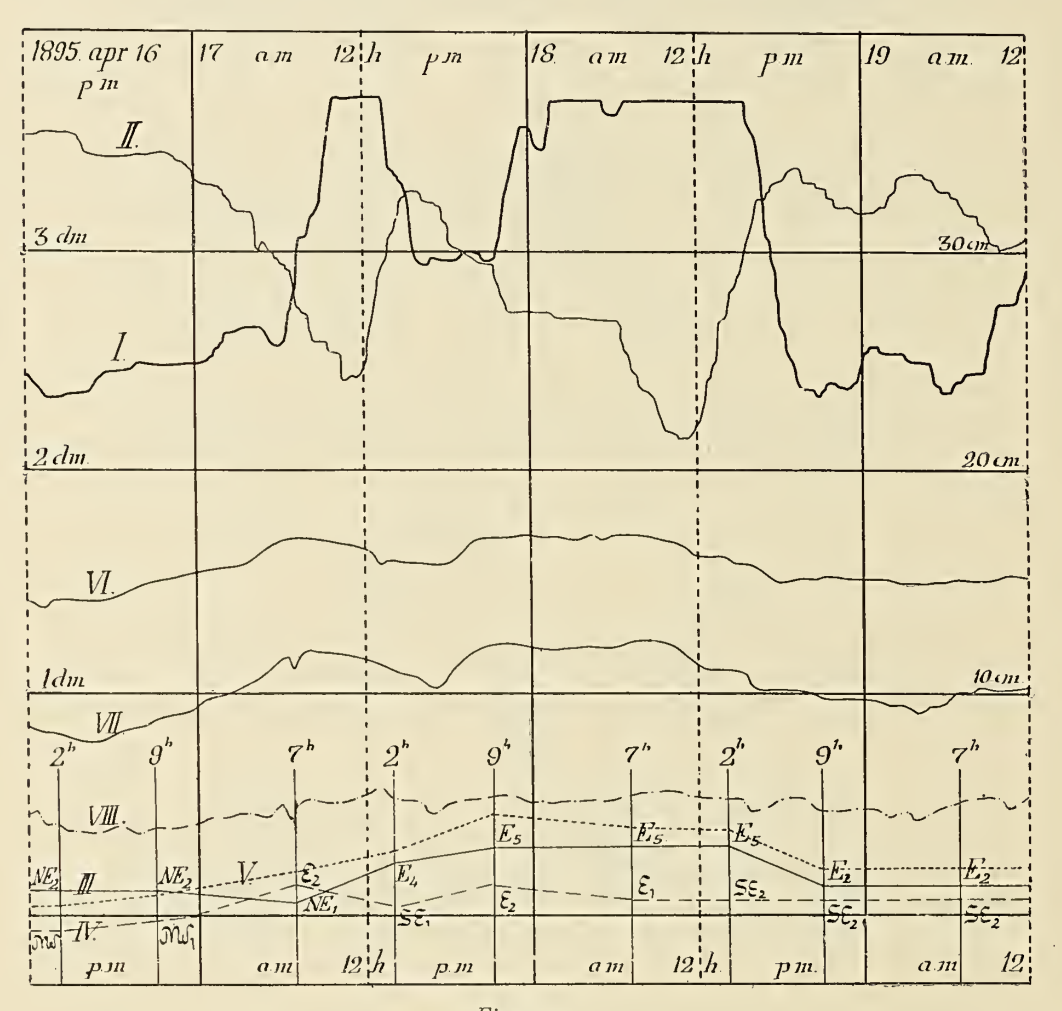


Figur 29.

Fig. 34 (vom 3—5. October 1895). In voller Harmonie mit dem Winddiagramme entwickelten sich zwei Denivellationen von fast gleicher Amplitude, aber von verschiedenem Character. Die erste entstand in Folge eines Nordwindes, also eines solchen, der eine grosse Componente quer des Sees besitzt. Bei der zweiten war der Wind eher ein östlicher, dessen für die Denivellation verlorene

Componente also kleiner ausfällt, als bei dem vorhergehenden. Daher rührt der verschiedene Character der beiden Wellen: die erste ist durch kleine, regelmässige Schwingungen zerschnitten, die zweite hat einen bedeutend ruhigeren Gang. Die Curve der barometrischen Unterschiede dagegen ist bei der zweiten Welle unruhiger, als bei der ersten, was alle Beachtung verdient.

Fig. 35 (vom 16—19. October 1895) mit zwei Wellen von derselben Beschaffenheit, wie in dem vorhergehendem Falle: die eine ist fein gezackt, die andere



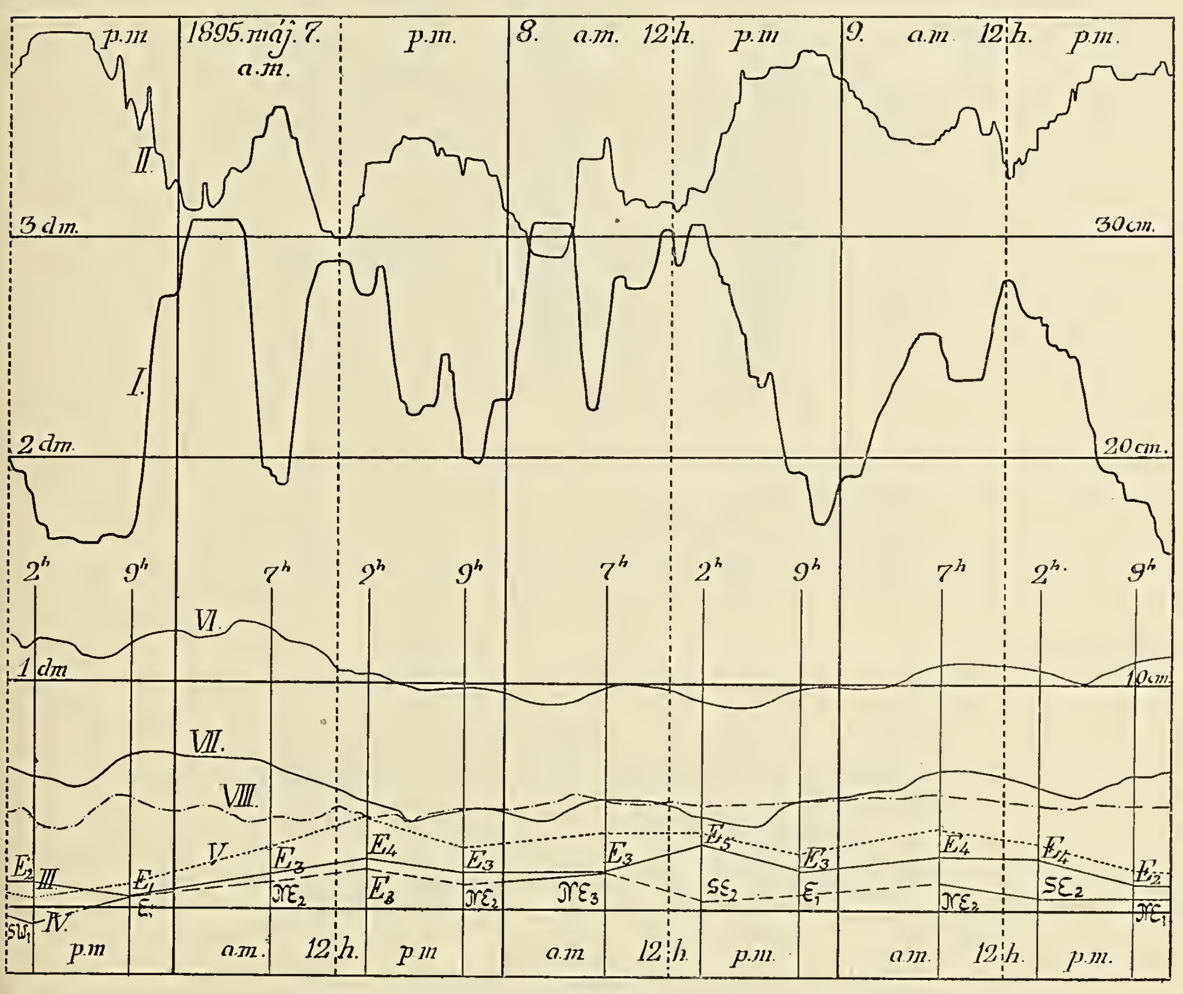
Figur 30.

von ruhigem Verlaufe. Der Wind ist für beide Wellen gleich gerichtet und von gleicher Stärke; jedoch springt die Curve der Barogramm-Unterschiede über der einen Welle stark, während sie über der anderen von ganz ruhigem Gange ist Wo der See nicht denivellirt ist und der Wind gehörige Stärke besitzt, wie am 17. abends, dort ist die Curve trotz des ruhigen Verlaufes der Barogramm-Unterschiede unruhig. Die hier betonten Erscheinungen werden uns später von grossem Nutzen sein.

Fig. 36 (vom 23. September 1895) zeigt eine der einfachsten Denivellationen; die Welle ist eine einfache Flutwelle zu Keszthely, die weder von einer entgegen-

gesetzten Ausbiegung eingeleitet oder gefolgt ist. In Kenese entspricht ihr eine alleinstehende Ebbewelle. Das wahre mittlere Niveau ist in der Höhe des Beginnes und des Ende der Curve; würde man dasselbe aus der Figur durch Flächenmessung ableiten, so käme man zu einem ganz anderen Resultate. Man sieht verwirklicht, was in Fig. 10 theoretisch behandelt war.

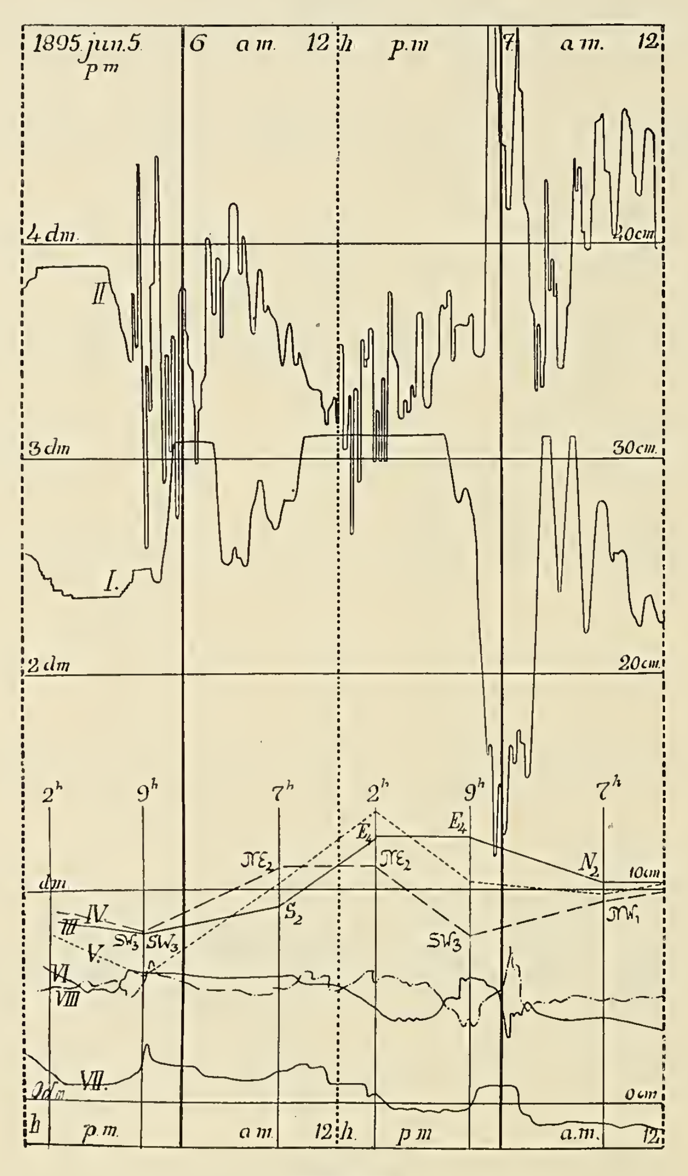
Fig. 37 (vom 12—13. November 1895) zeigt eine der schönsten Denivellationen, die der Keszthelyer Limnograph registrirte. Die Aufzeichnung ist besonders



Figur 31.

desswegen wichtig, weil ich mich während derselben an dem See, beim Molobau von Boglár aufhielt. Am Mittag des 12. entstand der heftige Westwind, welcher die Denivellation auslöste. Nachts nahm die Windstärke etwas ab, um am nächsten Tag mit voller Stärke auszubrechen. Die Wellen giengen über den Molo, und der Dampfer konnte in dem seitlichen Wellengange kaum landen. Mittags erreichte der Wind seinen Höhenpunkt, die Wellen stürzten das zum Einrammen der Pflöcke hergestellte Gerüst mitsamt der Ramme, die umherschwimmenden Balken und Bretter konnten kaum gerettet werden. Nachmittags drehte sich der Wind plötzlich, und wie nach heftigen Seitenwinden gewöhnlich, konnte auch jetzt in dem

heftigen Nordsturme die Arbeit nicht fortgesetzt werden. Die Daten über den Keszthelyer Wind waren zu dieser Zeit bei Anfertigung der Figur noch nicht zu Händen, doch war von Keszthely ein beträchtlich stärkerer SW-Wind signalisirt, als von Kenese. Während des Vorherrschens des Westwindes war das Limno-

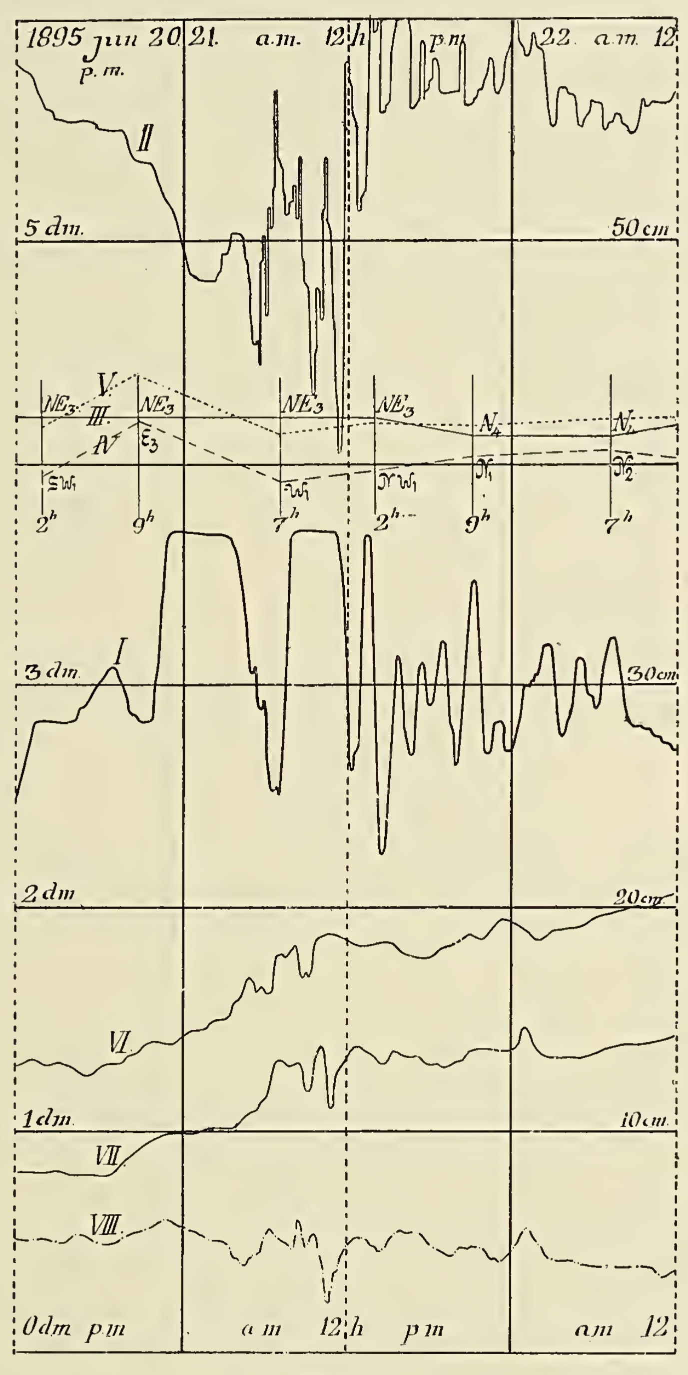


Figur 32.

gramm von ruhigem Verlaufe; mit Eintreten des Nordsturmes erschienen aber die kleinen regelmässigen Schwingungen.

Fig. 38 (vom 11. Mai 1895). Eine Denivellation geringerer Dimension zu Keszthely wird durch eine sehr spitze secundäre Denivellation ergänzt. Auf dem Limnogramm zu Kenese ist diese Ausspitzung nicht sichtbar, so dass die Erscheinung ganz localen Character hat, und wahrscheinlich von einer Interferenz regelmässiger Schwingungen herrührt. Eine detaillirtere Erklärung wäre nur in dem

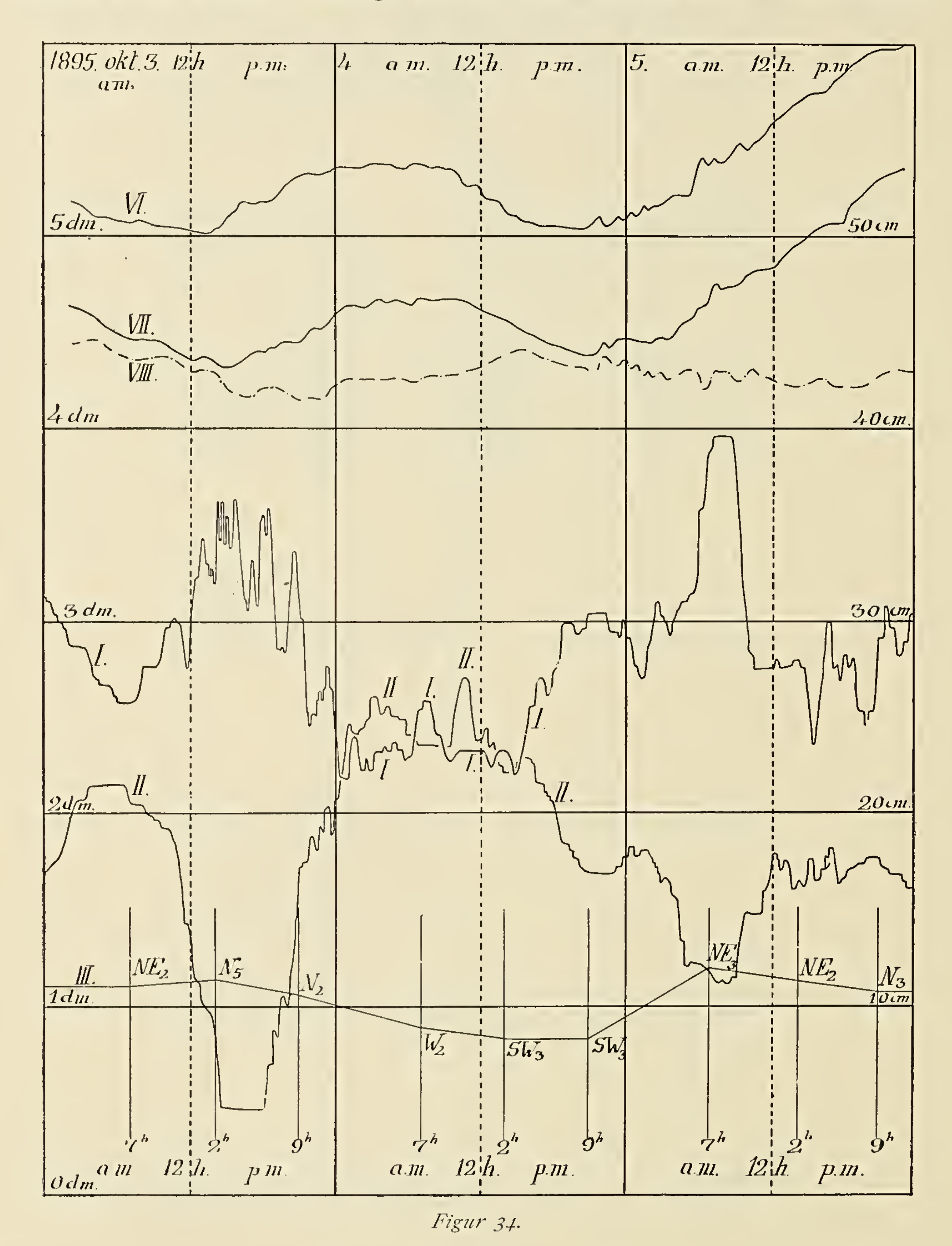
Falle abzugeben, wenn in dem Westteile des Sees noch ein weiterer Limnograph aufgestellt wäre. Die Denivellation selbst ist durch die Windcurve vollständig erklärt.



Figur 33.

Obgleich die mitgeteilten Fälle auch nahe nicht alle Einzelheiten erschöpfen, in welchen der Wind der denivellirende Factor war, sondern nur die characteristischesten herausheben, darf doch mit vollkommener Gewissenhaftigkeit behauptet

werden, dass nicht ein einziger Fall vorkam, in welchem die Denivellation nicht so erfolgt wäre, wie sie auf Grund des bekannten Winddruckes im vorhinein erwartet werden konnte. Allerdings kommen Denivellationen vor, die durch Wind-

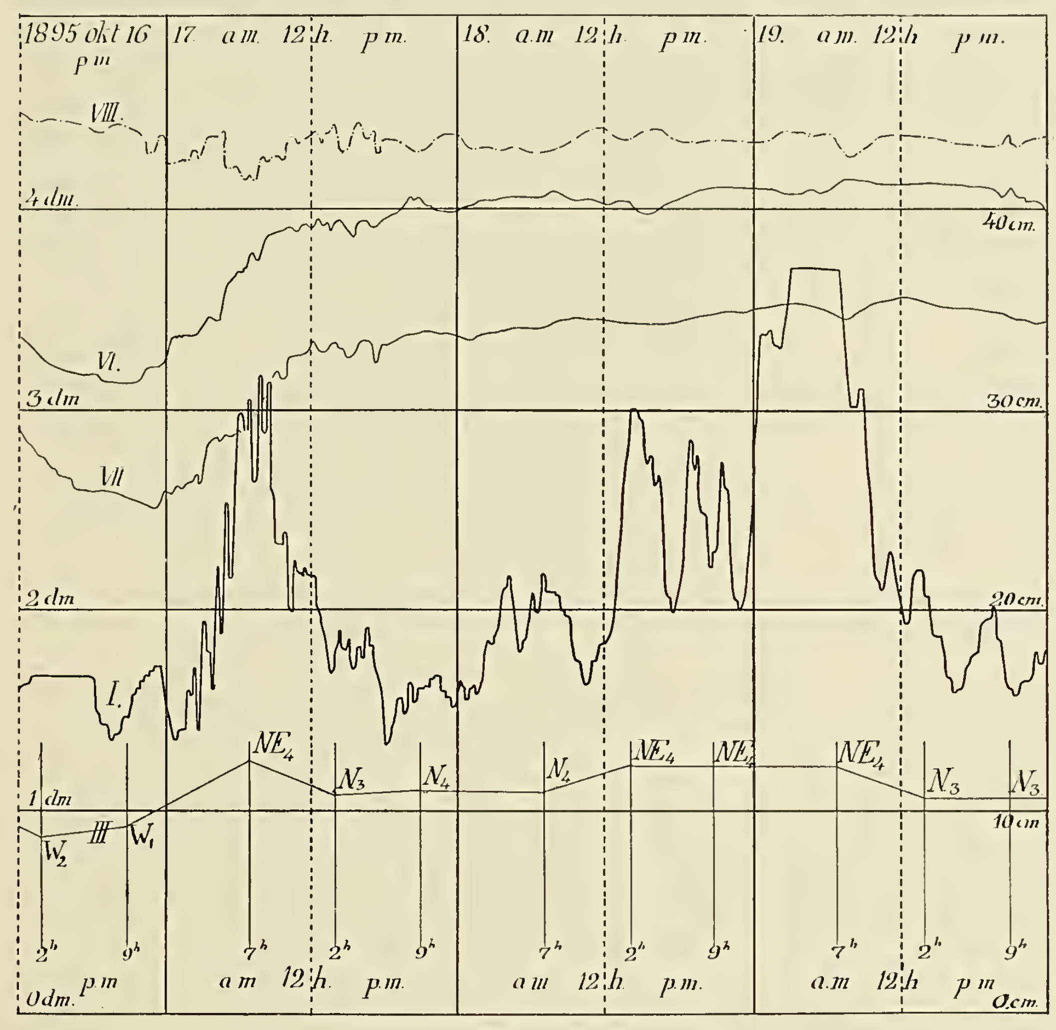


Figur 34.

wirkungen nicht vollständig erklärt werden konnten, und umgekehrt brachten in manchen Fällen Winde nicht jene Denivellationen hervor, die ihrer Stärke nach zu erwarten standen. Beides ein Beweis dafür, dass es ausser dem Winde noch

andere, die Denivellation beeinflussende Factoren gibt, deren Studium dem folgenden Abschnitte aufbehalten werden mag.

Es ist somit über jeden Zweifel erhaben, dass die Denivellationen des Plattensees zum grössten Teile vom Winde herrühren; ist dieser schwach, oder nicht von entsprechender Richtung, so stört er die Gleichgewichtslage des Spiegels, wie aus den mitgeteilten Fällen sattsam ersichtlich, nicht. Dreht er sich aber,



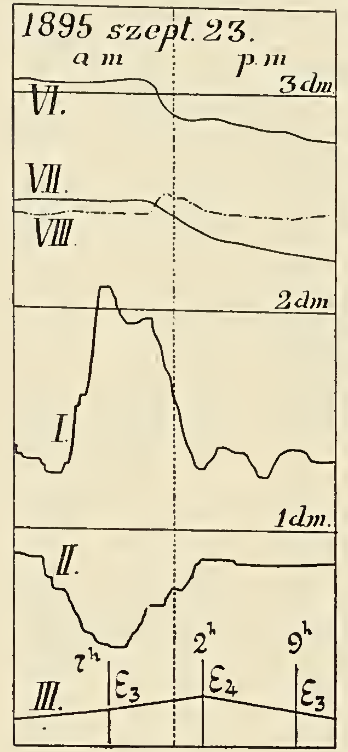
Figur 35.

oder frischt er bis zu dem teoretisch erforderten Maase auf, so weicht die Oberfläche aus der geodätischen Niveaulage aus, hebt sich am Ufer mit Seewind, senkt sich am anderen Ufer mit Landwind.

Fast jedes Blatt der drei Jahre hindurch aufgehäuften Aufzeichnungen beweist unbedingt, dass in dem, dem Schnittpunkte der Windcurve mit der Abscissenaxe entsprechenden Momente die Oberfläche des Sees beträchtliche Störung aufweist, die in dem Maasse vehementer wird, als der Schnitt steiler erfolgt. Mit anderen Worten: Dreht sich der Wind so, dass die ihm in Bezug auf die Denivellationen zugeschriebene Wirkung sich in das gerade Gegenteil verwandelt, so kommen starke Denivellationen zustande, die umso stärker sind, je rascher die Drehung

erfolgte, und deren Sinn (in Bezug auf Hebung oder Fallen) mit der von dem Winde zu erwartenden Wirkung in Uebereinstimmung ist.

Zugleich und mit besonderer Rücksicht auf das Folgende möge noch hervorgehoben werden, dass ein nicht besonders starker Wind, der mit fast voller Kraft denivellirend wirkt, ruhig ablaufende Denivellationen verursacht, die kleinere Schwankungen von geringer Dauer fast ganz ausschliessen. Wächst die Stärke des Windes, so treten zwar Erschütterungen auf, die Schwankungen können aber noch immer für recht ruhig verlaufend gelten. Wird aber die Quercomponente, die ihrer Richtung nach für das Zustandekommen von Längsdenivellationen verloren geht, beträchtlich, so kräuselt sich in dichtgedrängten kleinen Wellen der Spiegel, möge nun die wirksame Windcomponente eine bedeutendere Denivellation hervorgebracht haben, oder nicht. So bewirken die E und NE Winde in Keszthely ruhige, man möchte sagen würdevolle Schwingungen, während die starken N und S Winde heftige Erschütterungen hervorbringen. Diese gehören zum Teil unter die jetzt untersuchten aperiodischen Schwankungen, zum grösseren Teile sind es jedoch die besten Repräsentanten der später zu betrachtenden periodischen Schwingungen.



Figur 36.

Auch die längs des Sees hinwehenden Winde bewirken den bisher erwähnten bedeutend überlegenere Schwankungen, jedoch nur in dem Falle, als der Wind besonders heftig ist, oder aber mit andern meteorologischen Erscheinungen vereint auftritt.

* * *

Es mag nun de Frage gestellt werden, ob auch andere Seen infolge des Windes Denivellationen aufweisen?

In Ungarn könnte nur der Fertősee (Neusiedlersee) in Betracht kommen, ja auf diesem mögen die Denivellationen unter dem Einflusse des Windes noch kräftiger sein, als auf dem Plattensee. Denn soweit wir wissen, drückt heftiger Nordwind das Wasser von dem am Nordufer gelegenen Orte Nezider gegen das südliche Flachufer, wo es dann weite Gebiete bedeckt.

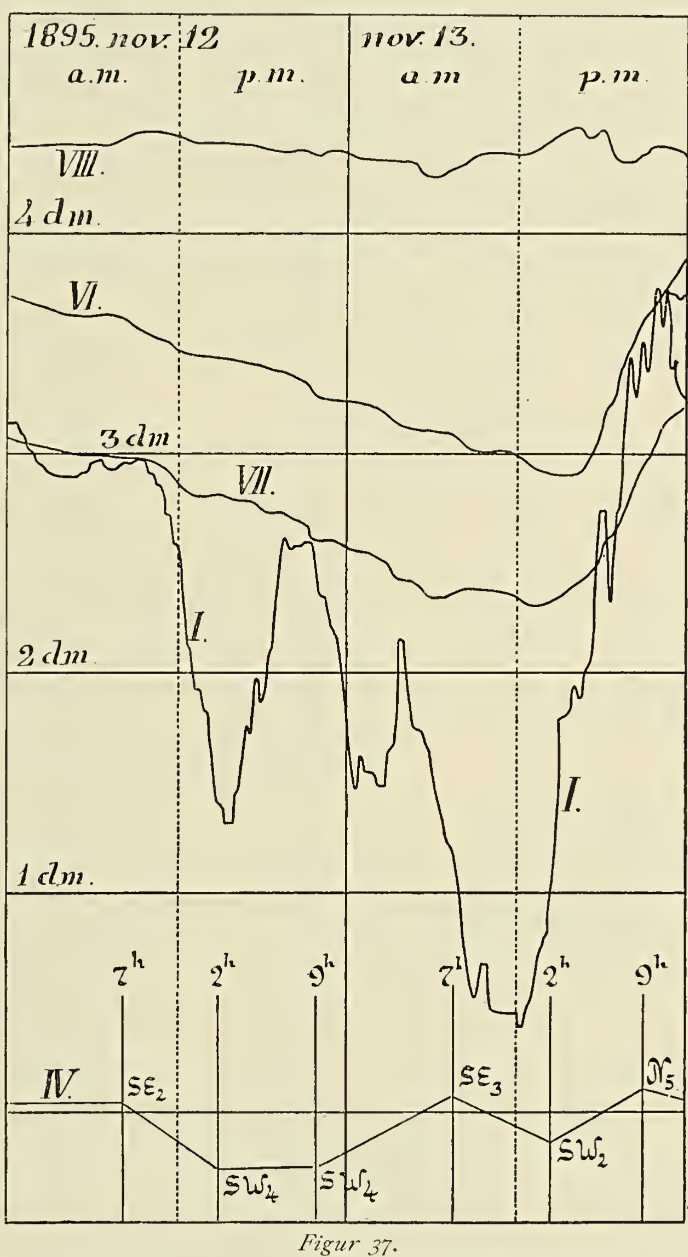
Die Denivellationen des Léman stehen, wie es scheint, auch unter dem Einflusse des Windes. Forel*) veröffentlicht eine Tabelle, welche die Windrichtung und Stärke, und den Wasserstandunterschied zwischen Genf und Morges in dem Sinne Morges-Genève gibt. Da die Tabelle wenig übersichtlich ist, construirte ich eine ähnliche Zeichnung wie für den Plattense, in welcher nun naturgemäss SW und NE Winde beziehentlich positive und negative Ordinaten erhalten. Wie die Fig. 39 zeigt, decken sich auch hier Wind und Denivellation vollkommen.

Die graphische Interpretation einer Tabelle, die den relativen Wasserstand beider Stationen in dem oben angeführten Sinne von Stunde zu Stunde angibt, ist in ähnlicher Weise in Fig. 40 dargestellt. Die erstere Zeichnung wird behufs leichterer Orientation von einer Windrose begleitet.

*) Forel: Le Léman, T. II, p. 35.

Obgleich nun auch in diesen Zeichnungen Denivellation und Wind Hand in Hand gehen, finden sich doch auch hier Einzelheiten, die durch die Wirkung des Windes nicht erklärt werden können. Diese sind jedoch nicht unregelmässige Schwankungen, sondern wahrscheinlich infolge der selteneren Ablesungen unkenntlich gemachte periodische Schwingungen (Seiches).

Plantamour*) teilt gleicherweise Fälle mit, in denen stärkerer Wind Denivellationen hervorbrachte. Da jedoch seine Angaben sich mehr auf das Zustandekommen periodischer Schwankungen beziehen und auch die Aenderungen des Barometerstandes in Betracht ziehen, werden sie besser später berücksichtigt.



Figur 37.

Ausser dem allgemeinen Zusammenhang zwischen Wind und Denivellation zeigen die Fig. 39, 40 einen nicht unwichtigen Unterschied zwischen den Schwankungen des Lémans und Plattensees. Dort kehrt der Spiegel nach Aufhören des Windes nicht in die ursprüngliche beiläufig der Ruhelage entsprechende Oberfläche zurück, sondern über diese hinaus, und den beträchtlichen Excess begleiten Schwingungen mit einer Amplitude von derselben Grössenordnung, was für Léman und Plattensee einen wesentlichen Unterschied feststellt. Die modificirenden Ursachen der Denivellationen weisen also für beide Seen ähnliche Unterschiede auf, wie diese für Pendel mit grösserer und kleinerer Reibung bestehen. Der Léman ist in fortwährender, fast ununterbrochener periodischer Schwingung begriffen, und daher ist auch der Zeitpunkt eines neueren hinzukommenden Impulses wegen der Superposition der Wellen nur sehr schwer zu bestimmen, und kann nur an

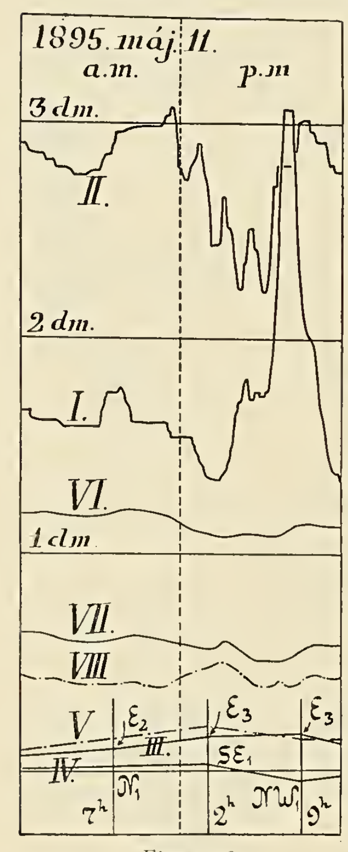
*) Archives d. sc. ph. et. nat. Genève, 1879, 3. Pér., T. I., p. 335 - 343; 1878, 2. Pér., T. LXIV., p. 329.

einer Veränderung der Amplitude oder einer Phasenverschiebung erkannt werden. Stellt z. B. *a* in Fig. 41 eine periodische Schwankung und *b* eine Denivellation vor, die in ruhigem Wasser zustande kommt, so erzeugt diese bei gleichzeitigem Auftreten in dem Limnogramme eine Curve, die von *a* nur darin unterschieden ist, dass ihre Abscissen durch die Einschaltung des Linienstückes *ef* um eine viertel Periode vergrössert sind, die Bewegung also mit der ursprünglichen entgegengesetzt gerichtet wurde. In der Tat ist die Curve *c* die Superposition von *a* und *b*, und auf diese Weise mögen viele Denivellationen in der Reihe periodischer Schwankungen verborgen bleiben.

Diesem Umstande dürfte es teilweise zuzuschreiben sein, dass die Messungen der Schwingungsdauer der Seiches so auseinandergehende Daten geben. In der Seiche-Reihe des Léman vom 26—27. März 1891 betrug die Periode der einzelnen Seiches*) für die

12te Welle . . .	78 Min.	17te Welle . . .	78 Min.
13 » » . . .	71 »	18 » » . . .	73 »
14 » » . . .	78 »	19 » » . . .	74 »
15 » » . . .	75 »	20 » » . . .	68 »
16 » » . . .	67 »	21 » » . . .	77 »

so dass Unterschiede bis zu 11 Minuten vorkamen. Höchst wahrscheinlich hat man es hier mit einer in den Aufzeichnungen versteckt bleibenden unregelmässigen Denivellation zu tun, denn dass die Perioden eine besondere Verschiebung nicht erlitten haben, ist schon daraus klar, dass ihr Mittelwert von 73·9 m. sich wenig von dem wahrscheinlichsten Werte 73·5 m. entfernt, den die Lémanforscher festgestellt haben.



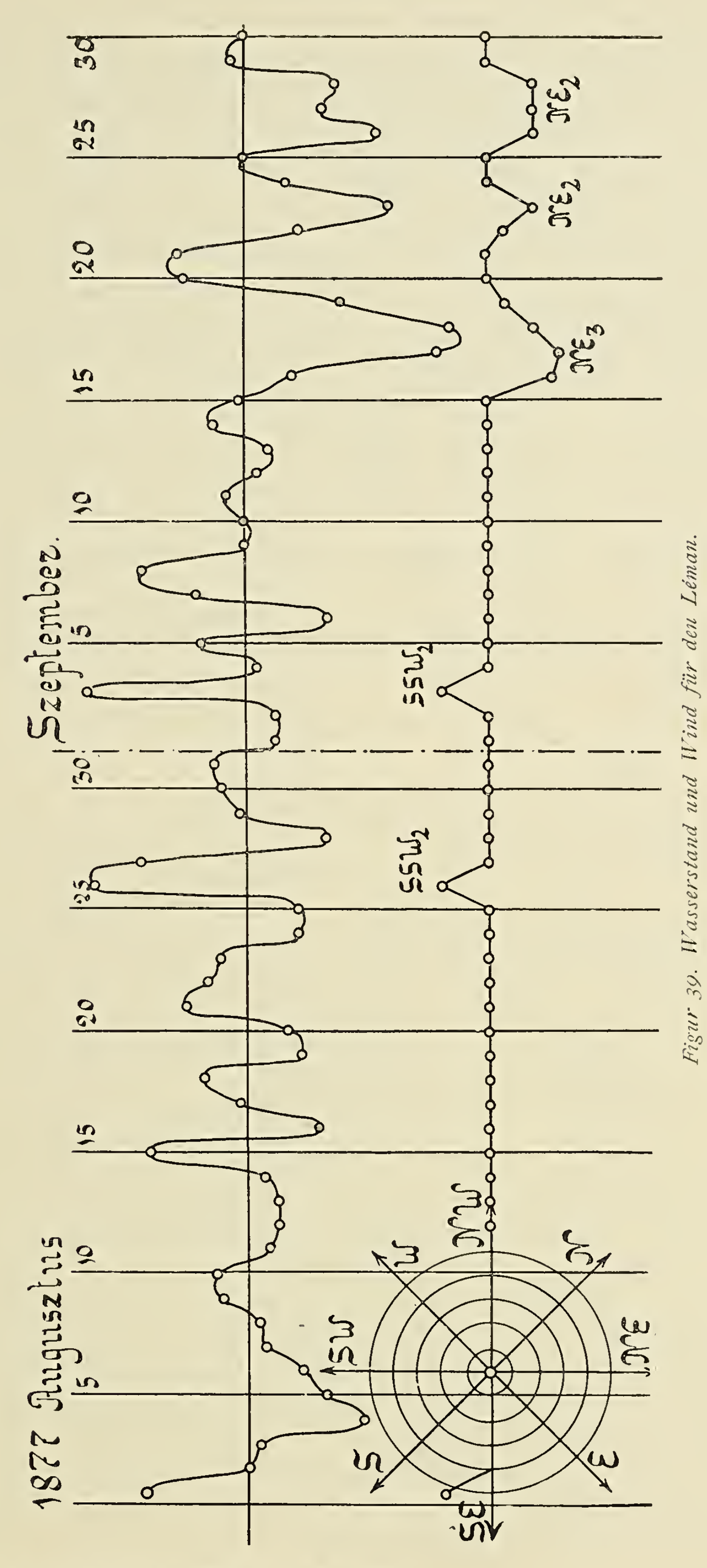
Figur 38.

Eine unregelmässige Denivellation im Gefolge führende Ursache verschob auch am 20-ten Mai 1890 die Limnogrammcurve am östlichen Ende des Bodensees, die eine Seichesreihe dargestellt haben würde.**) Legt man das Limnogramm der prächtigen Seichereihe vom 24. Mai über die erwähnte Aufzeichnung, so ersieht man, dass die Curve vom 20. Mai nachmittags 7^h mit der Curve vom 24. Mai um vormittag 10^h noch parallel schritt; um abends 11^h des früheren Datums war der Gang der Curven schon ein entgegengesetzter.

Allgemein kommen in Seebecken Denivellationen vor, deren Amplitude diejenige der regelmässigen Schwankungen des Léman weit übertreffen können. So sind auch im Plattensee unregelmässige Schwankungen, die an Elongation die grössten periodischen Bewegungen übertreffen, und die sich gewiss nicht der Beobachtung entziehen könnten, wenn sie auch in den schweizer Seen zu finden wären. In der Geschichte der Seeschwankungen werden wir in der Tat für den Léman und den Bodensee solche excessive Denivellationen finden, deren Grösse

*) Forel: Le Léman, T. II., p. 120.

**) Forel: Die Schwankungen des Bodensees; Schriften des Ver. für Gesch. des Bodensees u. s. Umgebung, Lindau, 1893, Heft 22.

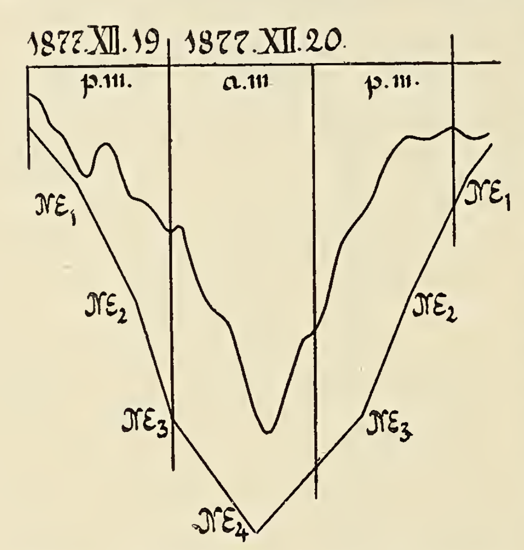


Figur 39. Wasserstand und Wind für den Léman.

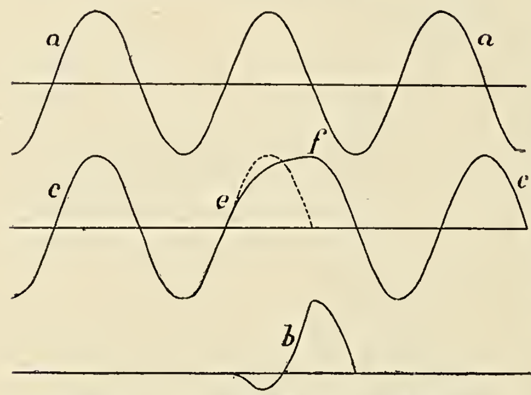
vielleicht selbst die möglichen Ausweichungen des Plattensees überschreiten. So wurde z. B. in Genf

am	16. September	1600	die	Elongation	von	1·62 m.
»	3. August	1763	»	»	»	1·47 »
»	3. Oktober	1841	»	»	»	1·87 »
»	20. August	1890	»	»	»	0·63 »

bei einer solchen Denivellation beobachtet. Da aber nur diese eine Zalangabe, und nicht ein einziger der begleitenden Umstände bekannt ist, so ist es nicht möglich die Ursachen dieser ungewöhnlich grossen Schwankungen zu geben.



Figur 40. Parallelismus zwischen Wind und Denivellation am Léman.



Figur 41. Verzerrung der regelmässigen Schwankung.

Möglicherweise hat man es mit kräftigeren denivellirenden Ursachen zu tun, als auf dem Plattense, die aber nur selten auftreten. Und überhaupt stört nur selten eine beträchtlichere aperiodische Schwankung die periodisch und fortdauernd hin und herschwingende Oberfläche des Léman. Die Wirkung der Cyclone vom 20. Februar 1879 stellt Plantamour*) in einer schönen Zeichnung dar. Die Amplitude der regelmässigen Schwankung wird ungewöhnlich gross, diese sowol, als die vorangehende aperiodische Bewegung dürfte meiner Ansicht nach für den Léman den Ausnahmefall bilden. Und doch sehen wir, dass die Grösse der Denivellation in dem von uns benützten Maassstabe, da wir die Aenderung der einen Pegelablesung als Maass der Denivellation betrachten, nicht annähernd jene Werte erreicht, die beim Plattensee so häufig vorkommen. (Bei periodischen Schwingungen ist das Mittelniveau in der halben Höhe der Amplitude, die Denivellation also der Hälfte der Amplitude gleich).

Die unregelmässigen Schwankungen von kleinerer Ausbiegung sind in jenen Seen unter den fortwährenden Schwingungen schwerer zu beobachten, als beim Plattensee, wo das Zustandekommen regelmässiger Schwingungen an ziemlich eng umschriebene Bedingungen geknüpft ist.

Auch an dem von der Adriacommission der fiumaner Academie im Quarnero

*) Arch. d. Gen., 1879, 3. Pér. T. I, p. 335.

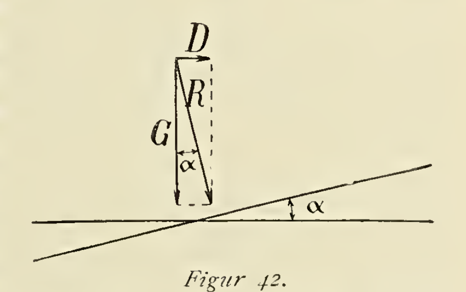
seit 1868 aufgestellten Mareographen konnte Stahlberger die Wirkung des Windes als Denivellationsursache unzweifelhaft nachweisen. Die nördliche Bora treibt das Wasser aus dem Busen von Fiume, der südliche Scirocco staut es in demselben auf; während aber die Boraebbe unter lauter kleinen Erschütterungen zu Wege kommt, und sich wieder verliert, verläuft die Flutcurve des Sciroccos ganz eben. Nach Stahlberger soll die Bora stets von heftigen Luftdruckschwankungen begleitet sein, was vom Scirocco nicht behauptet werden kann. Meiner Ansicht nach wäre der Grund dieses Unterschiedes darin zu suchen, dass die Bora ein gerade bei Fiume vom Karste herabstürzender Fallwind ist, während der südliche Wind dort im Gegenteile aufsteigt. Die den ersteren begleitenden Luftdruckschwankungen sind also kein statisches, sondern ein dynamisches, mithin ein kräftiger wirkendes Moment. Der Scirocco ist im Gegentheil auf offener Adria in seiner Vollkraft und hat im Quarnero bereits eine, wenn auch anfänglich noch geringe aufwärts gerichtete Componente, so dass locale Spiegelschwankungen neben der allgemeinen Stauung nicht mehr auftreten. Ausserdem aber wirkt, wie mir Prof. von Lóczy berichtet, die Bora böenartig, in heftigen Stössen, die durch Pausen von kürzerer oder längerer Dauer getrennt sind, was sicherlich auch bei der Hervorbringung der besagten Erscheinungen mitwirkt.

Mit Hülfe mehrerer Tabellen weist Stahlberger auf das Bestimmteste nach, dass das absolute Maximum und Minimum des Wasserstandes in erster Reihe von dem Drucke und der Bewegung der Luft abhängt.

V. ABSCHNITT.

Ursache der denivellirenden Wirkung des Windes.

Es bleibt nun zu untersuchen, wie der Wind, als Hauptursache der excessiven Denivellationen des Plattensees diese Niveauänderungen zu Stande bringt, denn es ist jedenfalls nicht selbstverständlich, dass der über die horizontale Wasserfläche horizontal hinstreichende Wind verticale Verschiebungen zur Folge hat. Solche müssen aber bei jeder Denivellation notgedrungen angenommen werden, und der Neigungswinkel der denivellirten Wasserfläche mit der Niveaufläche, der proportional mit der Windgeschwindigkeit wächst, ist zugleich das beste Maass der Denivellation.



Figur 42.

Gleichstarker Wind bringt unter sonst gleichen Umständen stets dasselbe Gefälle zu Stande, möge er nun der Längs- oder Queraxe des Sees nach streichen. Betrachtet man aber die absolute Wasserstandsänderung als Maass der Denivellation, so darf natürlich diese und die Windgeschwindigkeit stets nur über gleichlangen Linien verglichen werden.

Solange das Wasser eine Niveaufläche bedeckt, wirkt nur die Schwere G auf dasselbe, so dass $G = mg$ wird, wo m die Masse bedeutet, und die Fläche steht natürlich in jedem ihrer Elemente senkrecht auf die Richtung der Schwer-

kraft. Erfolgt aber eine Denivellation, die der Wasserfläche das Gefälle α erteilt, so steht diese wieder senkrecht auf die neue wirkende Kraft R, die nun $R = \frac{g}{\cos \alpha}$ geworden. Es kam also zur Kraft G (Fig. 42) noch die denivellirende Kraft D, deren Grösse $D = G \operatorname{tang} \alpha$ infolge der Kleinheit von α neben G so ziemlich verschwindend ist. Die Arbeit dieser Kraft, welche in der Hebung der Wassermasse von dem Ebbepunkt in das Niveau der Stauung besteht, kann natürlich nur durch entsprechendes Verschwinden der Energie der bewegten Luft zu Stande kommen. Energie der Bewegung überträgt sich sohin in Energie der Lage. Dies mag entweder durch die Reibung zwischen Luft und Wasser erklärt werden, indem die Luft an die Wasserfläche adhärirt und diese mit sich zieht, oder es könnten mit dem Winde barometrische Schwankungen auftreten, wie einige meinen, wodurch die Erscheinung zu einem statischen Probleme würde, oder der Wind kann selbst verticale Bewegunskomponenten annehmen und so stossend wirken.

Die letztere Möglichkeit ist wenigstens unter Umständen durch die Beobachtungen im Quarnero zur Gewissheit erhoben; mit dem Einflusse von Druckveränderungen befasst sich der folgende Abschnitt, und so bleibt hier nur die Untersuchung des Einflusses der Luftreibung übrig.

Die über dem Wasserspiegel hinstreichende Luftströmung kann infolge ihrer Reibung erst dann eine Bewegung der Wasserteilchen einleiten, wenn sie die Oberflächenspannung des Seewassers überwand, wenn sie also bereits eine gewisse Geschwindigkeit besitzt, welche allem Anscheine nach dieselbe ist, welche für das Zustandekommen der die Wellenbewegung einleitenden Elementar- oder Kapillarwellen notwendig ist.*) Die Formel, welche die Grösse der Denivellation und der Windgeschwindigkeit verknüpft, besitzt somit ein additives Glied, ist aber im Weiteren nicht theoretisch aufzustellen, da der Reibungskoefficient nicht deductive hingeschrieben werden kann.

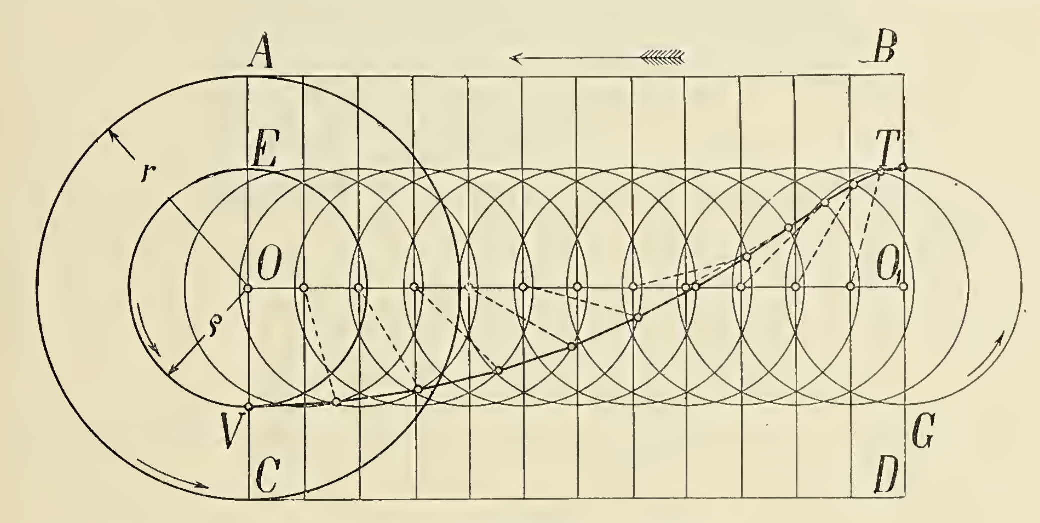
Besonders interessant ist die Frage, ob nicht irgend ein Zusammenhang zwischen Wellenbewegung und Denivellation bestehe. Soviel scheint sicher, dass infolge der Reibung Denivellation nicht zu Stande kommen könnte, wenn das Wasser von einer starren Fläche bedeckt wäre, deren Luftreibung ebenso gross oder grösser wäre, als die des Wassers, und welche darauf schwimmend den etwaigen Denivellationen folgen könnte. Nun bedeckt zwar die Oberfläche des Plattensees einige Wochen hindurch ein starker und dicker Eispanzer, der aber durchaus nicht für starr betrachtet werden darf, Kreuz- und Quersprünge teilen ihn in einzelne, unter einander nicht starr verbundene Tafeln und dementsprechend verrät der Limnograph auch unter dieser Decke Denivellationen, wenn schon deren Amplitude die Grösse einiger Millimeter nicht überschreitet. Die Winde zeigen aber in diesem Zustande des Sees nicht die geringste Wirkung an. Lockert aber das Eis auf und schwimmt es in riesigen Tafeln auf der Wasserfläche, dann ist die Glanzperiode regelmässiger Schwingungen von kleiner Ausweichung und langer Schwingungsdauer angebrochen. Aber selbst dann bringt der Wind noch keine excessiven Denivellationen zuwege, es wäre denn, dass er das Eis infolge wachsender Stärke auf das Ufer treibt und so die Wellenbrandung auslöst. Dieser wichtige Charakterzug spiegelt sich in den Limnogrammen wieder.

---

*) J Scott Russel: Report. Brit. Assoc. for 1844, London, 1845, p. 311—390.

Sowol Denivellation, als Wellenbewegung erfordern daher die unmittelbare Berührung des Wasserspiegels mit dem Luftstrome, und die letztere Bewegung ist die unmittelbar in die Augen fallende Folge dieser Berührung. Sollte aber die Wellenbewegung selbst nicht von einer dem Winde mittelbar zuzuschreibenden Denivellation oder wenigstens einer sich in den Limnogrammen als solche darstellenden Aenderung begleitet sein?

Um dieser Frage näher zu treten, suchen wir das die ruhende Wassermasse begrenzende Niveau, für welches der Wasserdruck auf eine in bestimmter Tiefe liegende Fläche (Niveaufläche) ebenso gross ist, wie der Druck, den die von gewellter Oberfläche begrenzte Wassermasse ausübt. Solange es nicht zu dauernden Massenübertragungen kommt, die Orbitalbewegung der an der Wellenbewegung Teil nehmenden Teilchen also periodisch und geschlossenbahnig ist, wird die Resultante der Elemente der Wellenbewegung innerhalb einer Periode Null, der hydrodynamische Druck in jedem Punkte der Niveaufläche also ebenfalls periodisch.



Figur 43. Construction der Wellenlinie.

In den unter der vorangehenden Wellenstirne gelegenen Punkten ist dieser Druck negativ, da ja die Teilchen aufsteigende Bewegung besitzen, unter dem nachfolgenden Wellenrücken, wo die Teilchen absteigen, ist der hydrodynamische Druck grösser als der statische.

Ist Einfachheit halber die Orbitalbahn der der Oberfläche nahen Wasserteilchen ein Kreis, so wird die Wellenfläche ein horizontal liegender Cylindermantel, dessen Leitlinie eine Cycloide ist. Diese Cycloide ist nach der Fig. 43 leicht zu construiren. Der Rollkreis vom Radius r rollt auf der geraden AB, wobei dann der in dem durch A senkrecht gezogenen Durchmesser in der Entfernung ρ vom Centrum gelegene Punkt die Curve VT beschreibt, die eben die in der Richtung des oberen Pfeiles fortschreitende Welle, und speciell deren zwischen Kamm und Tal gelegene Stirne ist. Die Orbitalbewegung der Oberflächenteilchen wird bekanntlich gleichförmige Kreisbewegung in einem Kreise vom Radius ρ, und die in halber Höhe von Kamm und Tal stehende Horizontale geht durch den Mittelpunkt der Orbitalbahnen, ist also die Gerade, welche das Centrum des Rollkreises beschreibt.

Wält man AB zur x, AC zur y Axe und den Punkt A als Anfangspunkt, so wird die Gleichung der Cycloide

$$x = r \text{ arc cos} \frac{y-r}{\rho} + \rho \sqrt{1 - \frac{(y-r)^2}{\rho^2}} \quad \ldots\ldots 1.)$$

oder nach einer Parallelverschiebung in den Mittelpunkt des Rollkreises als Anfangspunkt, wobei $y - r = z$ wird,

$$x = r. \text{arc. cos} \frac{z}{\rho} + \rho \sqrt{1 - \frac{z^2}{\rho^2}}$$

Für die durch die Geraden ET, EV und den Cycloidenbogen VT eingeschlossene Fläche T erhält man

$$T = r. \int_{-\rho}^{+\rho} \text{arc. cos} \frac{z}{\rho} dz + \int_{-\rho}^{+\rho} \sqrt{\rho^2 - z^2}\, dz$$

oder ausgerechnet

$$T = \rho\pi\left(\frac{\rho}{2} + r\right) \quad \ldots\ldots 2.)$$

Die durch den Mittelpunkt der Orbitalbahnen gezogene Horizontale schneidet den Wellenzug in halber Höhe, trennt also in der Fig. 44 von der senkrecht schraffirten Fläche T den Teil T_1, und von der nicht schraffirten Fläche F die dem halben Querschnitt des Wellenberges entspricht, den schief schraffirten Teil F_1 ab. Die beiden Teile sind augenscheinlich ungleich und es ist

$$T_1 = F_1 + C$$

wo die Constante C anzeigt, um wie vielmal die Fläche des Wellentales die des Wellenberges übertrifft. Aus derselben Figur ist aber

$$T - T_1 = r\pi\rho - F_1$$

hieraus

$$F_1 = r\pi\rho - T + T_1$$

und substituirt:

$$T_1 = r\pi\rho - T + T_1 + C$$

woraus C zu

$$C = T - r\pi\rho$$

oder nach Einsetzung des Wertes von T zu

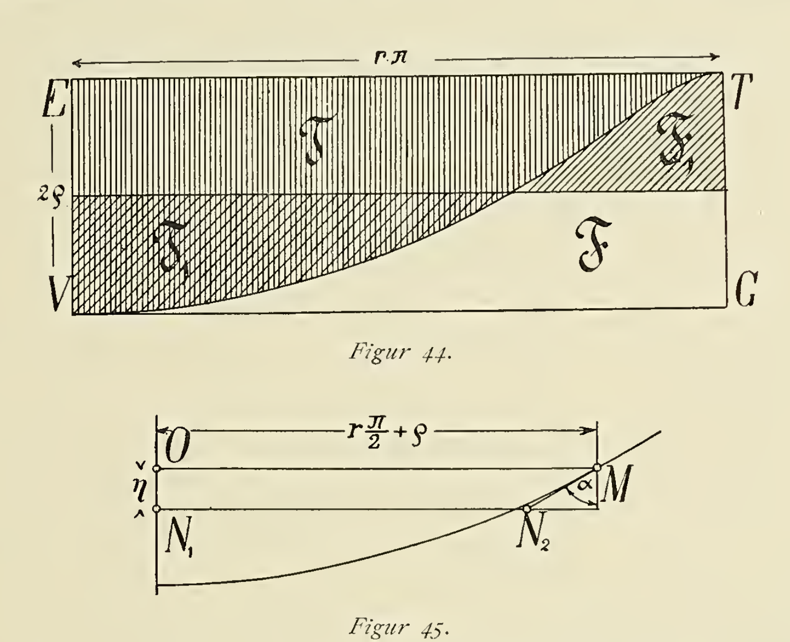
$$C = \frac{\pi}{2}\rho^2$$

gefunden wird.

Hieraus ist zu ersehen, dass 1. der Flächenunterschied zwischen dem Querschnitt des Wellenbergs und Tals unabhängig ist von dem Radius des Rollkreises, selbst bei vollausgewachsenen, dem Ueberschlagen nahen Wellen, für welche $\rho = r$ wird, und dass 2. dieser Unterschied immer positiv ist, der Querschnitt des Wellentales sohin immer grösser, als der des Berges ist. Es folgt hieraus, dass das in Bezug auf den statischen Druck aequivalente Niveau unter der durch das

Centrum der Orbitalbahnen gelegenen Horizontalen liegt. Endlich ist 3. der Flächenunterschied der halben Orbitalfläche gleich.

Die Tiefe η, um welche die aequivalente Niveaufläche von der Mittellinie der Wellenhöhe absteht, ergibt sich durch neuere Integration, das Resultat ist aber derart verwickelt, dass die Benützung desselben beschwerlich wird. Ein Näherungsresultat erhält man durch die Ueberlegung, dass der Inflexionspunkt der Cycloide gerade bei den gewöhnlichen Wellen nahe der Miite liegt, so dass dieser Curvenzug als Gerade angesehen werden darf. C kann also als Trapez betrachtet werden, dessen eine Seite, OM der Fig. 45 einem Stücke der X Axe gleichkommt, während die ihr parallele Seite die wahre Ausgleichungslinie N_1 N_2 darstellt; die beiden kürzeren Seiten sind die Y Axe und die Tangente N_1 N_2 im Punkte M.



Figur 44.

Figur 45.

Für $z = o$, erhält man den Axenabschnitt und den Tangentenwinkel aus:

$$x_0 = r\frac{\pi}{2} + \rho \quad \text{und} \quad \text{tang.}\,\alpha = \left[\frac{dx}{dz}\right]_{z=o} = -\frac{r}{\rho}$$

und hiemit

$$C = \frac{\pi}{2}\rho^2 = \left(r\frac{\pi}{2} + \rho\right)\eta + \frac{r}{\rho}\frac{1}{2}\eta^2$$

oder die gesuchte Tiefe:

$$\eta = -\frac{\rho^2 + \frac{1}{2}r\rho\pi \mp \rho\sqrt{{}^1/_4\, r^2\pi^2 + 2r\pi\rho + \rho^2}}{r}$$

wird $r = \rho$, hat also die Welle die grösstmögliche Relativhöhe erlangt, so ist

$$\eta = 0{\cdot}553\, r.$$

Der in der Ableitung begangene Fehler, dass das Trapez nicht identisch mit C ist, indem statt des Cycloidenbogens dessen Tangente genommen wurde,

wird umso grösser, je grösser η selbst ist. Da die vom Cycloidenbogen begrenzte Fläche entschieden grösser ist, als die von der Tangente eingeschlossene, so ist das so berechnete η stets zu klein. Dieser Umstand ist bei der Reduction der Pegelablesungen in wellenbewegtem Wasser wol zu beherzigen. Das Mittel der Ablesungen für Wellenkamm und Wellental kann sich, wie wir sahen, bis auf $^1/_4$ der Wellenhöhe von jener in Wirklichkeit abzulesenden Höhe entfernen, welche auch von dem Limnographen angegeben wird. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass viele Pegelablesungen bei Wellengang die Denivellation zu gross erscheinen lassen. Und da η weder constant, noch überhaupt eine einfache Function der relativen Wellenhöhe $\left(\frac{2\,\rho}{\pi\, r}\right)$ ist, so erscheint es am zweckmässigsten den Pegel nicht in den Wellengang, sondern in eine tiefe, wolabgeschlossene Bucht zu stellen.

Ist $r = 2\,\rho$, was in tiefem Wasser ein häufigerer Fall ist, als der frühere, dann wird $\eta = 0{\cdot}151\, r$, also klein genug, um als hinreichend genau gelten zu können.

Wächst ρ bei constant bleibendem r fortwährend, oder erhöht sich die Welle, so wächst auch η, und da das in der Tiefe η befindliche Niveau N_1 N_2 stets dieselbe absolute Höhe beibehält, so folgt hieraus, dass bei lebhafter werdendem Wellengang sich die Centra der Obitalbalbahnen heben, mithin die Kammlinie über das wirkliche Mittelniveau rascher ansteigt, als die Wellentäler unter dasselbe sinken. Die aus dem Mittel von Kamm- und Talhöhe gewonnenen Pegelablesungen lassen daher den Wasserstand bei zunehmendem Wellengange immer wachsend erscheinen, während der Limnograph konstante Wasserhöhe anzeigt.

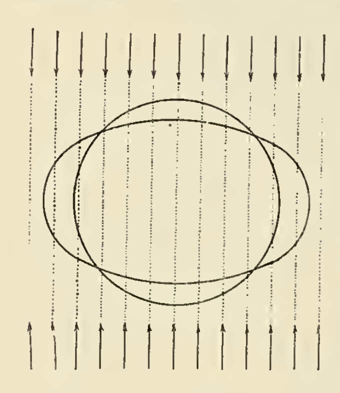


Fig. 46. Deformation eines elastischen Kreises.

Sobald die Tiefe nicht unendlich gross ist, oder gar kleiner als die Wellenlänge wird, verwandeln sich die Orbitalkreise der Oberflächeteilen in ellipsenähnliche Bahnen, deren grösster und kleinster Durchmesser in einem für constante Wellenlänge nur von der Tiefe abhängigen Verhältnisse steht. (Das Bild der Bahn selbst ist das eines elastischen, durch gleichförmig verteilte Belastung deformirten Kreises Fig. 46).

Streicht ein Wellenzug vom tiefen Wasser gegen das Ufer, so verändern sich mit Ausnahme der Schwingungsdauer τ alle Elemente, die Wellenlänge λ wird kleiner, die absolute Höhe der Welle ebenso, die Relativhöhe wächst hingegen, so dass sich die Orbitalbahn immer mehr der rollenden Ellipse nähert. Für eine gewisse Tiefe werden die mit der Wellenlänge an Umfang abnehmende Rollellipse, und die mit der absoluten Wellenhöhe kleiner werdende Orbitalellipse zusammenfallen, insofern ihre Excentricität dieselbe wird, worauf die Wellen überstürzen. Von diesem Momente an kann die Untersuchung natürlich nicht auf der gegebenen Grundlage fortgesetzt werden.

Die Orbitalbewegung in nahezu elliptischer Bahn, und hiemit die ganze hieraus resultirende Wellenbewegung kann als Projection einer in schiefer Ebene stattfindenden kreisförmigen Orbitalbewegung auf eine verticale Ebene angesehen werden. Der Rollkreis wird hiebei zu einer Ellipse, die während des Rollens ihre Gestalt fortwährend wechselt, so dass stets andere Punkte die horizontalbleibende Längsaxe, und die vertical verbleibende kürzere Queraxe begrenzen. Die Geschwin-

digkeit des in einer Orbitalellipse sich bewegenden Wasserteilchens wird somit im Zenith und Nadir ein Maximum, in den vertical stehenden Tangenten der Ellipse ein Minimum. Infolge der Projection wird die über die ganze Orbitalbahn genommene Mittelgeschwindigkeit kleiner, als die ursprüngliche Bewegung in einer Kreisbahn mit derselben Wellenlänge. Weder das Continuitätsprinzip, noch der Satz von der Erhaltung der Arbeit, noch überhaupt ein anderes mechanisches Prinzip zwingt uns zu der Annahme, dass die mittlere Bewegungsgrösse in den mit der Annäherung an das Ufer fortwärhrend verkürzten Orbitalbahnen dieselbe bleibe, was bekanntlich bei der Constanz der Periode verlangte, dass die Länge der Orbitalbahnen sich mit wachsender Excentricität vergrösserte. Es ist im Gegenteile sehr wahrscheinlich, dass die momentane Geschwindigkeit in den Wellenkämmen in jedem Punkte nahezu gleich sei, da ja dieselbe Windwirkung es ist, welche in allen Punkten der Oberfläche die Orbitalbewegung zuwege brachte.

Da die Abhängigkeit der Wellenlänge, und mit dieser des Umfanges der Rollellipse von der Tiefe bekannt ist, ebenso das Axenverhältniss der Orbitalellipsen, so kann die Aenderung eines jeden Elementes der Rollellipse mit kleiner werdender Tiefe bestimmt werden.

Für die Orbitalbahnen bestand die Annahme, dass die momentane Geschwindigkeit in allen Wellenköpfen dieselbe sei; das Verhältniss der Durchmesser ist dasselbe in der Orbital-, wie in der Rollellipse. Es könnte also auch mit Hülfe der von der Excentricität abhängigen mittleren Geschwindigkeiten der Umfang der Ellipsen berechnet werden, wobei zu beachten bliebe, dass die Wellenperiode dieselbe ist.

Die Rechnung ist sehr verwickelt, und liefert nur durch Reihenentwickelung auf bedeutende Kosten der Genauigkeit einigermassen brauchbare Resultate. Beide Axen der Orbitalellipsen nehmen fortdauernd ab, jedoch die verticale anfangs bedeutend rascher. Hiemit sinken aber die Mittelpunkte der Orbitalbahnen sehr rasch bis zum wirklichen Mittelniveau, das sie theoretisch erst in der Tiefe o erreichen.

An der Uferlinie liegt aber infolge des Wellenganges, solange die Wellen nicht überstürzen, das Mittelniveau sehr nahe der physischen von kleinen Wellen gekräuselten Oberfläche.

Bei überstürzenden Wellen hält jedoch diese Ueberlegung nicht mehr Stand, und die Verhältnisse werden viel verwickelter, als dass sie in einfachen mathematischen Formeln Ausdruck finden könnten. Durch die fortdauernde Wirkung des Windes leiden die regelmässigen Orbitalwellen Deformationen,*) so zwar, dass sich die Wellenstirn steil aufrichtet. Beim Ueberstürzen fällt der Wellenkopf infolge der Windrichtung nach vorne; gehen aber die Wellen, wie es mitunter vorkommt, dem Winde entgegengesetzt, so stürzt der abgebrochene Teil in das hintere Wellental. In diesem Falle haben wir es daher in der Tat mit fortdauerndem Massentransport zu tun. Die abstürzende Wassermasse gleitet am vorschreitenden Abhang der Welle in deren Tal. Da bekanntlich, wenn r den Radius des Rollkreises bedeutet, die Fortschreitungsgeschwindigkeit der Wellen $c = \sqrt{2gr}$, also ebenso gross ist, als die Endgeschwindigkeit des aus der Höhe r freifallenden

*) Willy Wien: Gestalt und Gleichgewicht der Meereswellen; Pogg. Ann., 1895, Neue Folge, Bd., 56, p. 100.

Körpers, so ist für $\rho \angle r$ die Orbitalgeschwindigkeit stets bedeutend kleiner, als diese Geschwindigkeit der Translation, und wird erst für $\rho = r$, dem nie realisirten Falle unendlicher Tiefe mit dieser gleich.

Aber selbst in diesem Falle kann das abgerissene Wellenstück die Welle nicht überholen, wenn nur die Windgeschwindigkeit selbst nicht grösser ist als c, was nur beim Ausbruche des Sturmes bei noch nicht voll entwickeltem Wellengange möglich ist, da die Wellen im Allgemeinen vor dem Winde gehen. Allgemein bleibt also, wie es auch die Schaumstreifen am Wellenrücken bezeugen, der abgerissene Wellenkopf zurück, und stets andere Wasserteilchen sind es, welche vor dem Wellenkamme schäumen. Rechnet man die Geschwindigkeit der Wellen für positiv, so ist die relative Geschwindigkeit des Absturzes negativ. Die absolute Geschwindigkeit bleibt freilich infolge der ursprünglichen Orbitalbewegung und der weiteren Windstösse positiv, und somit besteht bei überstürzenden Wellen eine fortwährende Massenübertragung. Bei den Uferbrandungen entsteht durch das fortdauernde Vorschieben der abgestürzten Wellenköpfe eine energische Rückströmung am Boden,*) die an der Ostsee der Sog (Saugen) genannt wird, und selbst für Badende gefährlich werden kann. Diese Massenübertragung erklärt es, dass bei überschlagendem, also schäumendem Wellengange alle Schwimmkörper, selbst wenn sie kaum aus der Wasserfläche hervorragen, wie Binsen u. s. f., ans Ufer verschlagen werden, was selbst mit dem Auge leicht verfolgt werden kann. Das Frühjahr 1896 war stark windig, und besonders häufig wehten in bedeutender Stärke Nordwinde. Um die Mitte Mai waren am Südufer wahre Barren von Schilftrümmern. Das Südufer ist nicht von Schilf bestanden, die Wellen, und nicht der Wind entführten diese Stoffe dem nördlichen Ufer. Wer einmal sah, dass das Schilfrohr vertikal im Wasser treibt und dem Winde kaum eine Hervorragung von einem Millimeter darbietet, der kann nicht mehr an den Windtransport glauben. Die ausgedehnten Pflanzenabfälle, die nach Stürmen das Südufer wie ein durchtränktes dunkelbraunes Torflager bedecken, schwimmen ebenso, dem Winde kaum die geringste Angriffsfläche bietend.

In dem Ueberstürzen der Wellen ist somit schon eine Eigenschaft des Wellenganges gefunden, die Wassermassen in horizontalem Sinne überträgt.

Es wäre jedoch gefehlt, annehmen zu wollen, dass Schäumen nur an geringe Tiefe und heftigen Wellengang gebunden sei. Die kleinen Wellenfurchen, die bei dem ersten Erscheinen des Windes die Oberfläche kräuseln, sind überentwickelte Wellen mit scharfem Grat und geringer Ueberstürzung, die beweist, dass der Wind Wasserteilchen mit sich reisst. Dieses Mitreissen hört erst auf, wenn die Orbitalgeschwindigkeit der Oberflächenteilchen genügend gross geworden ist. Während der ganzen Dauer des Windes bedecken aber die grossen Wellen kleine überentwickelte, scharfgratige und schäumende Wellchen, die aus einer Secundärbewegung der Oberflächenteilchen entstehen, während die grossen Wellen aus der Haupt-Orbitalbewegung entsteht. Dort wo die Hauptorbitalgeschwindigkeit geringe positive horizontale Komponente hat, die mit dem Winde geht, wie in der Mittelhöhe der Wellen, wo die Componente Null ist, oder im Wellentale, wo sie zum negativen Maximum wird, überschlagen die kleinen Wellen, da dort die absolute, hier die relative

*) Hagen: Handbuch der Wasserbaukunst. Berlin. 1863, 8°, Dritter Teil, Das Meer, Bd. I, pag. 86—87; und Wellen auf Gewässern von gleichmässiger Tiefe; Abhandl. d. k. Akad. d. Wiss., Berlin. Math. Kl., 1861, p. 1—79.

Windgeschwindigkeit jene ihrer Orbitalbewegung weit übertrifft. Am Kamme hingegen gehen beide Orbitalbewegungen mit dem Winde, Ueberstürzen kommt daher weniger zustande.

Hiermit ist die Erklärung gegeben, dass bei Anheben des Windes die Limnographen sogleich Denivellation verraten; ja ich sah — wie am Anfang des Abschnittes erwähnt — eine Denivellation von so jäher Entstehung, dass hiebei von der Vollentwickelung des Wellenganges noch keine Rede sein konnte.

Die kleinen Kräuselungen bedecken den Seespiegel ununterbrochen kreuz und quer durch kleine und grosse Wellen hindurch, bis sich der Wind nicht legt. Bei Abnehmen der Windstärke verlieren sich die Kräuselungen allmälig, und nur die grossen Wellen setzen ihren rythmischen Gang noch fort. Und obgleich dieser nach Aufhören des Windes noch lange andauert, gleicht sich die Denivellation momentan aus, wie ein Blick auf die mitgeteilten Limnogramme ohne Zweifel beweisen. Die Denivellation entsteht und verschwindet mit dem Auftreten und Ersterben der kleinen, scharfgratigen Kräuselung unter der Wirkung des Windes.

Die Kräuselung ist in einer senkrecht zum Wellenkamm gelegten Richtung nicht symmetrisch, sondern die Wellenstirne ist auch hier steiler, als der Wellenrücken. Die Oberflächenteilchen bewegen sich nicht mehr in geschlossenen Orbitalbahnen, sondern zufolge der minimalen Ueberstürzung in vom Winde beträchtlich deformirten Spiralen.

Das Verhalten grosser Wellen über seichtem Wasser wiederholt sich ungezälte male in den kleinen Kräuselungen. Klein ist freilich die beim Ueberstürzen einer solchen minimalen Welle fortbewegte Wassermasse, doch die ungemein dichte Aufeinanderfolge der Impulse bringt endlich eine stehende endliche Strömung zuwege, deren Energievorrat der Arbeit des bei der Denivellation stattgefundenen Massentransportes gleichkommt.

In dem optischen Teile der Untersuchung wird eingehend dargetan, dass der Seespiegel nach andauernder Ruhe von einer wahrscheinlich aus organischen Stoffen bestehenden fettigen Schichte bedeckt ist, welche die Oberflächenspannung des Wassers verändert. Mit zunehmendem Winde reisst diese Schicht endlich, wie dünnes Eis. Erst erfolgt die Kräuselung in einzelnen Flecken, welche alsbald wachsen und zusammenstossen. Die Fettschichte sammelt sich in einzelnen Tafeln, und schwimmt als ebener Spiegel auf der gefurchten Wasserfläche her, bis sie der Wellengang an das Ufer stösst, wo ausgestossene Stoffe anderer Art schon auf sie warten. Ein besonders angestelltes Experiment zeigte denselben Verlauf. Bei starkem Westwinde wurde auf dem Westufer der Kerekeder Bucht unterhalb Csopak gewöhnlicher Firniss auf das Wasser geschüttet. Er breitete sich alsbald zu einer ansehnlichen Tafel aus, welche die Kräuselung verhindernd, als heller Fleck erschien. Nichtsdestoweniger schwamm der Fleck auf das Ostufer hinüber, ein Beweis, dass die ganze Wassermasse in langsamer, dem Winde gleichgerichteter Strömung befassen war.

Herrn Raoul Francé verdanke ich die freundliche Mitteilung, dass bei anhaltendem Nordwinde, und gerade unter der Wirkung desselben längs des Südufers Schaaren von Diaptomen grosse Streifen (correns) an der Oberfläche bilden.

Grosse überstürzende Wellen beschleunigen in hohem Maasse das Zustandekommen der Denivellation. Die grösste Tiefe des Plattensees beträgt in den grossen Senken 4·5 m., die mittlere Tiefe 2.99 m., ist also beträchtlich kleiner, als

die Wellenlänge, welche nach eigenen Beobachtungen nicht selten 7 m. beträgt. Unter solchen Umständen gelten die für unendlich tiefes Wasser aufgestellten Gesetze der Wellenbewegung auch nicht angenähert, und alle Wellen überstürzen rasch. Sicherlich ist dieses eine Ursache dessen, dass auf dem Plattensee die Winddenivellationen so rasch erfolgen und bedeutend grössere Dimensionen annehmen, als in tiefen Seen.

Wie ersichtlich, erleidet daher eine Oberflächenschicht des Wassers infolge des Windes eine horizontale Verschiebung.

Die Dicke der auf der Oberfläche in horizontalem Sinne fortbewegten Schicht ist der Tiefe jenes Wasserteilchens gleich, das in seiner überentwickelten Orbitalbewegung gerade an der Grenze des Ueberstürzens steht. Da aber zugleich Denivellation zu Stande kommt, so müssen die Wasserteilchen auch eine verticale, d. h. auf das Niveau der Ruhelage senkrecht gerichtete Bewegung annehmen, welcher Umstand besonders für die Gleichgewichtstheorie der Windstauungen wichtig wird, und den Zöppritz in seiner sonst strengen analytischen Untersuchung*) ausser Acht liess, so dass seine Folgerungen in vielen Punkten illusorisch, ja der Erfahrung geradezu widersprechend sind. Seine Ableitungen gelten nur für den Fall, als die Oberflächenschicht nur eine horizontale Geschwindigkeitskomponente besitzt, was bei der Annahme senkrechter Begrenzungswände ganz unmöglich ist, es wäre denn der die Dichteänderung anzeigende Coefficient p der Kirchhoff'schen Bewegungsgleichungen variabel. In unbegrenzter Wasserschichte, die durch einen die Erde umgebenden Kanal dargestellt sein mag, längs dessen in ganzer Ausdehnung die Luft hinstreicht, bestehen die schönen und strengen Ableitungen einer früheren Abhandlung zu Rechte, und es kommen weder Verticalbewegungen, noch nach Carpenters oder Krümmels Ansicht Gegenströmungen zu Stande.

Sobald aber die Flüssigkeit begrenzt ist, so dass die auf die Windrichtung senkrechte Projection der Begrenzung nicht Null ist, so kann fortwährende gleichförmige Strömung nicht mehr bestehen, die Orbitalbewegung ist mit einer verticalen Transposition der Wasserteilchen verknüpft, und die erwähnten analytischen Ableitungen verlieren ihren Halt, und werden entsprechend verwickelter.

Wir denken uns ein, statt mit Wasser, zunächst mit Sand gefülltes Gefäss; die Oberfläche sei genau horizontal, und über dieselbe streiche gleichförmig der Wind. Derselbe entführt natürlich einzelne Sandkörner von der fortwährend sinkenden Luvseite zu der sich erhöhenden Leeseite solange, bis der Druck der Erhöhung jenen der sinkenden Seite nicht soweit übertrifft, dass ein allgemeiner Zusammenbruch erfolgt, die Leeseite wieder sinkt und die Luvseite von neuem erhöht wird. In der Mitte des Gefässes macht sich hiebei eine starke, dem Winde entgegengerichtete Horizontalbewegung bemerklich. Der Vergleich hinkt natürlich, denn infolge der grossen gegenseitigen Reibung der Sandkörner muss die den Gegenstrom einleitende Denivellation so gross geworden sein, dass der Wind nicht nur durch seine Reibung, sondern auch seinen nicht mehr zu vernachlässigenden Druck wirkt. Für diesen Fall sind unsere Beobachtungen nicht mehr gültig und man hat daher Sand von grossem Gewichte aber unmerklicher innerer Reibung anzunehmen.

---

*) Hydrodynamische Probleme in Beziehung zur Theorie der Meeresströmungen; Pogg. Ann. 1879, N. F., Bd. VI, 4. Heft, p. 599.

Denken wir uns nun das Gefäss in der Tat mit Wasser gefüllt; die Oberfläche mag eben, aber schon um den Neigungswinkel α denivellirt angenommen werden, und die Ursache der Denivellation mag dieselbe sein, welche regelmässige Schwingungen einleitet. Die Oberfläche kann natürlich, wie z. B. bei den Seiches, nach Verlust ihrer ganzen Energie nicht verbleiben, sondern es beginnt der Prozess der die Seichebewegung so sehr charakterisirenden molekularen Lageänderungen: die Oberfläche beginnt unter der Wirkung der Schwere sich in die Niveaufläche dieser Kraft zu legen. Nehmen wir nun die Wasserfläche in Wellenbewegung, und es möge der Wind die abgebrochenen Wellenköpfe mit solcher Geschwindigkeit bewegen, dass die in Folge der Rückkehr zur Ruhelage fortwährend verkleinerte Denivellation der Wassermasse durch den Horizontaltransport ausgeglichen werde; mit anderen Worten: die Senkung der Leeseite infolge der Annäherung an das allgemeine Gleichgewichtsniveau möge ebensoviel betragen, wie die Erhöhung durch die Winddenivellation. Die seicheförmige Senkung geschieht aber nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, da die denivellirten Wasserteilchen unter der beständigen Wirkung des Schwerepotentialunterschiedes stehen. Die Bewegung wird gleichförmig beschleunigt, wenn die Grösse der Winddenivellation in demselben Maasse wächst, d. h den Wasserspiegel um denselben Winkel α geneigt erhält. Diese Geschwindigkeit kann aber nicht beliebig anwachsen, da ja sonst auch der Wind beliebig stark anwachsen müsste. Das Maximum tritt ein, wenn in der Knotenlinie der Denivellation, d. h. in dem Schnitte der tatsächlichen Oberfläche mit dem Niveau der Ruhelage das ganze Verticalprofil hindurch die dem Wassergefälle entsprechende Maximalgeschwindigkeit zu Stande kommt; es ist dies dieselbe, welche in Kanälen und Flüssen dem Gefälle entspricht. Demselben Gefälle entspricht eine um so grössere Geschwindigkeit, je tiefer das Wasser ist, so dass die orographischen Verhältnisse des Flussbettes den grössten Einfluss auf die dem Gefälle entsprechende maximale (mittlere) Geschwindigkeit ausüben. Ist nun der Wind befähigt, die dieser Geschwindigkeit entsprechende Renivellation auszugleichen, so kommt ein stationärer Zustand zuwege. Das Verschleppen der Oberflächenteilchen auf der Luvseite stellt immer neue Teilchen der Windwirkung entgegen, und auf der Leeseite werden die bis dahin oberflächlichen Teile begraben und der Windwirkung entzogen.

Der vollständige Verlauf einer Denivellation lässt sich somit in folgender Weise beschreiben:

Der See ist in vollkommener Ruhe, der Spiegel eine Niveaufläche der Schwere. Es hebt sich mit wachsender Geschwindigkeit ein Wind längs des Wassers. Solange dieser die Oberflächenspannung nicht überwinden kann, bleibt der Spiegel unbewegt, sodann erscheinen die eigentümlich ebenen und sehr kleinen Wellen, die durch ihre Aussehen und die auftretenden Interferenzen die Wasserfläche moirirt erscheinen lassen. Nach und nach wird die Orbitalbewegung der Oberflächenteilchen grösser, die kleinen Wellen überstürzen, der Spiegel ist flach gefurcht und der Limnograph auf der Leeseite beginnt zu steigen, den Beginn der Denivellation verratend. In demselben Momente setzt auch der Gegenstrom, zunächst mit sehr kleiner Geschwindigkeit ein. Mit wachsendem Winde geht Kräuselung und Furchung allmälig in Wellung über, und sowie der Sturm mit voller Kraft ausbricht, werden die Wellen maximal, überstürzen bei der Seichtheit des Sees und schäumen allerorts. Die Denivellation hat nun ihren Höhenpunkt

erreicht, und der Gegenstrom nimmt an Geschwindigkeit zu. Während nun der Wind konstant bleibt, erreicht der Gegenstrom nach ziemlich langer Zeit sein Maximum, und der Bewegungszustand wird stationaer. Mit Abnahme des Windes verliert sich die Denivellation, die Bewegungsgrösse des Gegenstromes nimmt aber nur langsam ab.

Hört dagegen der Wind plötzlich auf, so rollen die von dem Impuls der aufgeregten Teilchen entstandenen Wellen noch lange fort, ohne jedoch zu schäumen, und über diese zieht der Gegenstrom ruhig hin. Die Wasserfläche legt sich endlich in das Niveau der Ruhelage, bleibt aber gleich dem bewegten Pendel in der verticalen Ruhelage nicht stehen, sondern weicht nach der andern Seite aus; so entstehen bis zur Einbusse des Energievorrates die Reihen periodischer, regelmässiger Schwingungen, die so staunenswert fein die ganze Geschichte ihrer Entstehung und ihres Verlaufes dem Limnographen übermitteln.

Legt der Wind langsam bei, so dass der Geschwindigkeitsverlust des Gegenstromes durch Reibung eben so gross ist, als die Abnahme der dem Wassergefälle entsprechenden Maximalgeschwindigkeit, so endet die Denivellation, ohne eine Ausweichung auf der anderen Seite verursacht zu haben. Dieses ist am Plattensee der häufigere Fall, denn die excessiven Denivellationen haben für gewöhnlich weder Seichesbewegungen, noch entgegengesetzt gerichtete Schwankungen im Gefolge.

Nehmen wir endlich an, dass der Wind plötzlich kentert und aus entgegengesetzter Richtung bläst, dann unterstützt die durch Windwirkung eingeleitete Horizontalübertragung der Oberflächenschicht die schon vorhandene Geschwindigkeit und es entsteht eine ungewöhnlich rasche Denivellation im entgegengesetzten Sinne. Wie wir sehen, entstanden die vehementesten Niveauschwankungen dann, wenn die Windcurven die Axe steil schnitten.

Um nun die Frage des Gegenstromes auch im Lichte der Erfahrung zu betrachten, wählen wir als geeignetsten Beobachtungsort die See-Enge Tihany-Szántód, wo die Strömungsgeschwindigkeit infolge des stark verringerten Querschnitts eine bedeutende werden muss. Da dort eine ständige Fähre ist, haben die Fährleute viel Erfahrung über den Gang der Strömungen, können aber über den Zusammenhang von Wind und Strömung nichts Sicheres beibringen. Nach in dem Monate Juli des Jahres 1892 von Herrn Paul Mohácsi, Mitglied des h. Benidictiner-Ordens angestellten Beobachtungen kentern die Strömungen in einem Intervall von beiläufig 3 Stunden, und es ist ein häufiger Fall, dass die Richtung des Stromes an der Oberfläche die entgegengesetzte von dem Grundstrome ist. Der Limnograph zeigt in dieser Zeit keine Denivellationen excessiveren Characters, und den Aufzeichnungen nach findet sich durchaus kein Zusammenhang der Stromrichtung mit den damaligen geringfügigen Denivellationen, die den Character des von uns ruhig benannten Ganges nicht zu stören vermochten. Das dreistündige Intervall des Stromwechsels kann später bei der Besprechung der periodischen Schwankungen strenge begründet werden. Während meiner Messungen gelang es einmal eine von den Fährleuten noch nicht besonders respectirte Strömung von 40 cm/sec zu beobachten, zu einer Zeit, als die Oberflächenströmung der Richtung nach mit dem starken Ostwinde übereinstimmte. Im Allgemeinen konnte festgesetzt werden, dass das Maximum der Strömung über einer Tiefe von 10 m. nahe zur Oberfläche stattfand und nach unten rasch abnahm, was vielleicht auf

einen entgegengesetzten Grundstrom schliessen lässt. Die Fährleute machten mich aufmerksam, dass bei andauerndem Winde die Stromrichtung sich in die entgegengesetzte verwandeln würde und dass die Wellen sich aufrichten und überschlagen würden. Unglücklicherweise beruhigte sich der Wind, die Strömung kehrte aber nichtsdestoweniger um.

Bei einer anderen Gelegenheit musste ich gegen meinen Willen, eine Nacht auf dem Bohrschiffe der Commission zubringen, das glücklicherweise gerade in der erwähnten Enge verankert war. Der Abend war ruhig, nachts erhob sich aber ein heftiger Ostwind, so dass ich zwei Anker des Schiffes, das während der Arbeit dreifach verankert ist, lichten musste. An die Ankertaue band ich je eine Fichtenstange, die über Bord geworfen wurden; das Schiff an dem einen Anker hängend, legte sich natürlich in die Richtung des Windes. In derselben Nacht riss die Strömung die weit von meinem Standpunkte westwärts ausgeworfenen Fischernetze fort, und führte sie auf mein Ankertau. Am Morgen streckten sich die ausgeworfenen Ankertaue am Boden dem Winde entgegen, zum Zeichen, dass der Strom dem Wind entgegen lief. An der Oberfläche hätte die Stromrichtung wegen des heftigen Wellenganges nicht wol beobachtet werden können.

Die bisherigen Beobachtungen sind viel zu lückenhaft, als dass sie vertrauenswerte Folgerungen zuliessen. Erst im Jahre 1896 wurde es ermöglicht, einen selbsregistrirenden Strommesser zu construiren und nach dem Eisgange in der Enge aufzustellen. Die Vergleichung dieser Aufzeichnungen mit den Limnogrammen werden auch diese Fragen beantworten.

Sind die excessiven Denivellationen nicht mehr so einfach, wie z. B. die vom 24. September 1894, sondern durch secundäre Bewegungen complicirt, wie die Schwankung vom 21. Juni 1895, dann zeigen auch die Strömungen bedeutende Verwickelungen, die jeden Zusammenhang mit dem Winde unkenntlich machen.

Forel*) konnte die Existenz des Gegenstromes im Léman unzweifelhaft nachweisen, indem

1. die Fischernetze bei heftigem Sturme stets entführt werden, und zwar entgegen dem Winde, wenn sie tief versenkt waren.

2. Besteht das Wasser aus verschieden warmen Schichten, so erwärmt sich bei heftigem Winde das Wasser der Leeseite, während das Luvufer durch die Hebung der kalten Tiefwasser abgekühlt wird.

3. Bei starkem und andauerndem Nordwinde erhebt sich am Nordufer das sonst am Boden fliessende etwas trübe Wasser der Rhône. Von den Bergen kann die gebrochene Grenzlinie, welche das reine blaue Wasser des Südufers von dem trüberen, opalisirenden des Nordufers scheidet, deutlich gesehen werden. Wäre dies der vom Wellengange aufgewühlte Bodenschlamm, so müsste er sich in höherem Maasse am Südufer zeigen.

Derselbe Forscher (l. c.) sah auf einem kleinen Moraenensee des Saas-Taler Gletscher, dessen kristallklares Wasser im Verein mit dem Reflexe des den Boden bedeckenden Glimmerschiefers besonders günstige Beobachtungsverhältnisse darbot, die Oberfläche unter der Einwirkung des Windes in einer dem Winde entsprechenden Richtung in Strömung geraten. In einiger Entfernung vom Leeufer

*) Le Léman; T. II., p. 278.

hört diese plötzlich auf, sinkt zu Boden, und kehrt dort zum Ausgangspunkte, dem Luvufer zurück.

Für den Ocean bestehen natürlich dieselben Gesetze. Unter dem Einflusse des Windes kommen Denivellationen zu Stande, die durch die Tiefe und Topographie des Meerbodens modificirt erscheinen. Ueber tiefen Meeren mag die Geschwindigkeit des die Denivellation bekämpfenden Gegenstromes beträchtlich sein, so dass schon bei schwachen Schwankungen die Windrichtung rasch paralysirt wird, und da zudem der dem Winde entgegenstehende Querschnitt ein bedeutender ist, kann selbst geringe horizontale Geschwindigkeit die Denivellation rasch ausgleichen. Es kommen so über tiefen Wassern nie bedeutende Denivellationen zu Stande, doch wird die Oberflächenschicht durch die Strömung an das Leeufer gepresst, und durch kältere aufsteigende Wasserpartikelchen an dem Luvufer ersetzt. Hiefür Beispiele zu erbringen scheint nicht nötig, da die einschlägige Literatur deren viele enthält; es genügt auf die sorgfältige Zusammenstellung von Krümmel*) hinzuweisen.

Ganz anders über seichtem Wasser. Ist auch die Denivellation dem absoluten Maasse, dem Neigungswinkel nach klein, so ergiebt doch die ausgedehnte Fläche an der Leeseite eine viel beträchtlichere Erhöhung, als im Plattensee, und hiezu kommt, dass die Gegenströmung dieselbe nur langsam ausgleicht. Die nordwestlichen Ufer unseres Continents von Dänemark bis Belgien sind das classische Land der Sturmüberflutungen. Das Meer ist dort sehr seicht anderen Ufer gegenüber, und sohin wird bei dem geringen Gegenstrome die Höhe der Denivellation sehr bedeutend.

Die Sturmfluten dürfen aber mit den ebenfalls vehementen Niveauänderungen, die von anderen Ursachen herrühren, und bei welchen von einem Gegenstrome nicht einmal die Rede sein kann, nicht verwechselt werden. Sie unterscheiden sich schon ihrem Aeusseren nach von den Winddenivellationen, und werden auch von den Uferbewohnern anders benannt, an der Ostsee mit der Bezeichnung Seebär. Ihrer mag im folgenden Abschnitt Erwähnug geschehen.

Obwol nicht strenge zu unserem Gegenstande gehörig, mag doch erwähnt werden, dass die Meeresströmungen ebenfalls Wirkung der beständigen Winde sind. Doch gelangen bei der ungeheuren Ausdehnung des Meeres und seiner Tiefe auch andere Gesetze der Wasserbewegung zur Geltung; in erster Reihe das Uebergreifen der Oberflächendrift in die Tiefe, wie Zöppritz dargetan, sonach die Gesetze der Stromverteilung und des Stosses, die an Orten des vom Winde nicht gedrifteten Wassers Gegenströme erzeugen und eine seicheförmige Ausgleichung der Bewegung verhindern.

Zusammenfassung.

Auf dem Plattensee entstehen die excessiven Denivellationen — wie wir sahen — zum grössten Teile aus der Wirkung des Windes, und fällt die wirkende Componente in die Queraxe des Beckens, so ist sie von kleinen Erschütterungen begleitet, die im entgegengesetzten Falle nur ausnahmsweise vorkommen. Denivellation kann nur durch vorangehenden Wellengang entstehen, und zwar nicht durch veränderten Druck, sondern durch Zerrung der Orbitalbahnen überentwickelter

*) G. v. Boguslawski E. O. Krümmel: Oceanographie, Stuttgart, 1887, Bd. II. p. 324—510.

Wellen und durch Verschleppen der überstürzten Wellenköpfe. Dadurch kommt auf der Leeseite vergrösserter, auf der Luvseite verringerter Wasserstand zum Vorscheine, und die Molekeln erhalten Verticalbewegungen, so dass Teilchen der Oberfläche in das Innere, Teilchen des Innern an die Oberfläche gelangen. Diese Erscheinungen bilden das notwendige Gefolge der Denivellation, so dass die Gesetze der stationären horizontalen Bewegung, mit welchen Zöppritz die Carpenter'sche Theorie zu stürzen trachtete, nicht in Anwendung kommen können.

Unter Wirkung der Schwere entsteht in der ganzen Masse der Flüssigkeit ein Gegenstrom, der mit der unter der Wirkung des Windes stehenden Oberflächendrift nach dem Satze von der Zusammensetzung der Vectoren combinirt, auch an der Oberfläche zur Geltung kommt. Dieser Gegenstrom gleicht eine gegebene Winddenivellation umso langsamer aus, je kleiner die einem gegebenen Gefälle entsprechende Transportfähigkeit ist. Da das Quadrat der mittleren Geschwindigkeit (die Abhängigkeit der Ganguillet- und Kutter'schen Coefficienten von der Tiefe berücksichtigt) sowohl als der Querschnitt mit der mittleren Tiefe proportionirt ist, so übt die mittlere Tiefe den grössten Einfluss auf die Transportfähigkeit aus, so dass in seichten Becken grosse, in tiefen Becken nur geringe Denivellationen zu Stande kommen. Dies einer der wesentlichen Unterschiede zwischen Plattensee und Léman; derselbe Wind bringt hier nie solch bedeutende Denivillationen zuwege, wie am Plattensee, und die grösseren Windstauungen treten auch nur in Genf auf, wo sich ein seichter, enger Canal des Sees, der Petit-Lac erstreckt.

Der Windstau ist auch auf dem Meere bemerkbar; die Leeseite hebt sich, und Oberflächen- und Tiefströmungen bewirken eine Verlagerung der Temperaturschichten. In geringerem Maasse wiederholt sich die Erscheinung bei jeder Brandung als Sog, also dort, wo sonst nicht überentwickelte Wellen zum Ueberstürzen gelangen.

VI. ABSCHNITT.

Wirkung der Luftdruckänderungen.

Schon mehrfach wurde darauf hingewiesen, dass die Denivellationen grösstenteils durch Windwirkungen einwurfslos erklärt werden können, dass es aber doch Schwankungen gebe, die durch den Wind überhaupt nicht, oder in nicht genügendem Maasse dargestellt werden können, und umgekehrt, dass einzelne Winde nicht den im Vorhinein erwarteten Erfolg hätten. Es muss daher noch eine andere Ursache mitherrschen, die aber nie so bedeutend wird, als dass sie die Wirkung des Windes überwinden könnte. Diese der Erklärung noch harrende Denivellationen haben zumeist sehr kurze Periode, oft bedeutende Amplitude, und in ihrem Gefolge ist sehr häufig eine plötzliche Wasserstandschwankung von entgegengesetzter Richtung und zuletzt eine Reihe periodischer Schwingungen. Die wirkende Ursache unterstützt in den meisten Fällen die Wirkung des Windes und kompliciert dessen Erscheinungen.

Die erste Vermutung trifft natürlich rasche Veränderungen des Luftdruckes; es ist aber zu untersuchen, ob an beiden Enden des Sees in der Tat Druckschwankungen von so beträchtlicher Grösse auftreten können, um die mächtigen

Nieveauänderungen verständlich zu machen. Da Quecksilber 13·6-mal schwerer als Wasser ist, so müssen die Wasserstandunterschiede ebensovielmal grösser sein, als der Unterschied der Barometerstände an den beiden Seeenden. Kommen also Spiegelschwankungen von 10 cm. zwischen Kenese und Keszthely vor, so entspricht das einer Quecksilbersäule von mindestens 7·4 mm. und da die Ausdehnung des Sees noch nicht einen Grad beträgt, stellt dieser Unterschied einen barometrischen Gradienten von selbst bei den heftigsten Cyclonen ungewöhnlicher Grösse dar. Dabei zeigen die Limnogramme des Plattensees durch Windwirkung nicht erklärte Denivellationen von über 10 cm. Grösse, die somit sicherlich auch nicht die Folge der statischen Wirkung des Luftdruckunterschiedes sein können.

Nichtsdestoweniger habe ich versucht, die Luftdruckunterschiede mit den Limnogrammen zu vergleichen, wobei das in Kenese fehlende Barometer durch die zuverlässigen Ablesungen im nahen Balaton-Füred ersetzt werden mag. Der in Millimetern ausgedrückte Barometerstandunterschied im Sinne Balaton-Füred—Keszthely werde als Ordinate betrachtet, und hiemit eine der Windcurve analoge Zeichnung angefertigt. Da die Barometerablesungen nur auf 0^0, nicht aber auch auf das Niveau des Sees reducirt sind, so wird der Unterschied beständig negativ, da das Keszthelyer Barometer um beiläufig 4 mm. höher steht. Um den Gang der Curve besser übersehen zu können, wurden die Ordinaten achtfach vergrössert, so dass 1 mm. Luftdruckunterschied bei der Uebertragung unseres Limnographen beiläufig 1 cm. Niveauschwankung entspricht, und auch das Wasseräquivalent der Quecksilbersäule angenähert wird. Die Reproduction der Zeichnung hält dasselbe Verhältniss inne. Eine genaue Berücksichtigung des 13·59 betragenden Aequivalents ist mühsam, und wie später zu ersehen, auch ganz überflüssig, wenn neben dem Barometer auch Barographen benützt werden.

Die täglich dreimaligen Ablesungen von 7^h Morgens, 2^h Nachmittags und 9^h Abends sind unseren Zwecken entsprechend viel zu selten, und geben nur dann ein richtiges Resultat, wenn sie gerade auf die extremen Werte einer grossen Barometerschwankung fallen.

In der Curve für den 24. Mai 1894 (Fig, 25) bedeutet die Linie VIII den Unterschied der Barometerstände bezogen auf die in Decimeter geteilte Axe. Vom 24-ten Früh bis zum Nachmittag (2^h) des 26-ten zeigt die Curve denselben Gang, wie der Wind und das Limnogramm, kann daher als die Windwirkung unterstützend angenommen werden. Aber schon von 9^h Abends des 26. Mai angefangen hat sie entgegengesetzten Gang, wie zu erwarten stünde, wenn sie zur Erklärung herbeigezogen werden sollte. Am 25-ten Abend nach 9^h war in Keszthely Gewitter, ohne dass die Curve der Barodifferenzen besondere Merkmale aufwies: die Abendablesung verrät noch Ruhe, die Frühablesung fiel lange nach Verzug des Gewitters.

Viel günstiger liegen die Druckverhältnisse am 26. Juli 1894 (Fig. 27), da die Curve VIII der Barodifferenzen dieselben zwei charakteristischen Maxima aufwies, wie die Windcurve und das Limnogramm. Wird die Windcurve ohne Rücksicht auf den Skalenwert einfach zu der Linie der Barodifferenzen addiert, so erhält man die Curve IX, die in dem gegebenen Falle sich dem Limnogramme noch mehr anschmiegt, als die Windcurve allein.

Windcurve und Barodifferenz gehen auch am 24., 25. und 26. September 1894 (Fig. 28) parallel mit einander, ja die Ausbuchtung der ersteren am 25-ten Nach-

mittags 2^h, die unserer Theorie nicht günstig wäre, wird durch das gerade hieher fallende Maximum der zweiten Curve gedämpft.

Ganz anders gestaltet sich das Bild über den Zusammenhang von Barometer und Limnograph, wenn statt der Ablesungen der Quecksilberbarometer selbstregistrirte Aneroidbarogramme zur Verwendung gelangen. Im Herbste 1894 wurden zwei Barographe aufgestellt, der eine im physikalischen Museum der Agricultur-Academie zu Keszthely, der andere in dem Directionsgebäude der Charitas zu Balaton-Füred, und der Vorsorge der Leiter der betreffenden meteorologischen Stationen übergeben.

Auf den ersten Blick zeigen beide Barogramme auffallende Aehnlichkeit. Eine jede bedeutendere Schwankung ist in beiden Aufzeichnungen vorhanden, jedoch mit seltenen Ausnahmen in verschiedenen Zeitpunkten. Gewöhnlich, ja man könnte sagen immer, geht die Aenderung in Keszthely jener in Füred voraus, so dass die beiden auf einander gelegten Curven sich, selbst von den constanten Unterschieden abgesehen, nicht decken; die Füreder Curve ist der Keszthelyer gegenüber etwas nach rechts verschoben. Ist der Unterschied wieder in dem Sinne Füred—Keszthely gegeben, so ist, abgesehen von constanten Unterschieden, die Ordinatendifferenz beider Curven bei steigendem Barometer negativ, bei fallendem Luftdrucke positiv.

Alle die erwähten Operationen wurden mit Beibehaltung des früheren Reductionsverhältnisses (1 mm. Quecksilbersäule = 1 cm. Wasserstandunterschied) ausgeführt; das Resultat ist in den beigefügten Tabellen zu ersehen. Die beiden Barogramme weisen auch jetzt den beiläufig constanten Unterschied von 4 mm. auf, wodurch die Curve der Unterschiede negativ wird, was jedoch ohne Einfluss ist. Da die Barogramme nicht auf 0^0 reducirt wird, so fallen die Eckpunkte des Barometerpolygons nicht genau in die Curve der Aneroide, doch ist der Unterschied nirgends bedeutend. Vor Allem springt in die Augen, was auch selbstverständlich ist, dass die selteneren Barometerablesungen eine ganze Fülle der interessantesten Details verhüllen, ja sogar durch unbedeutende, auf die Beobachtungsstunden fallende Extreme zu Irrungen Veranlassung geben. Betrachten wir z. B. die Curve vom 4. und 5. April 1895 (Fig. 29, punktirt-gestrichelte Curve VIII); das Barogramm weist am letzteren Tage zwischen Morgens 7^h und Nachmittags 2^h eine gerade mit ersterem Termin beginnende Welle auf, die in den Ablesungen des Quecksilberbarometers spurlos vorübergegangen wäre.

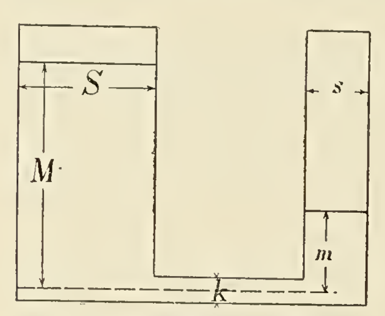
Stellt man nun das gesammte Material zusammen, so ergiebt der erste Augenschein, dass dem ruhigen Verlauf der Barogrammdifferenzen ruhiger Gang des Limnographen entspricht; werden die ersteren unruhig, so zeigt auch das Limnogramm häufige Erschütterungen von kurzer Dauer, aber grosser Amplitude. Ziehen also über den Plattensee rasch wechselnde Luftdruckänderungen hin, so haben diese heftige Wasserstandschwankungen im Gefolge. Sind die Druckänderungen langsam, so bleibt der Spiegel in Ruhe, oder weist doch nur unbeträchtliche Schwankungen auf. Dies gilt selbst dann noch, wenn eine excessive Denivellation schon vorhanden wäre; im letzteren Falle verläuft diese ruhig, im ersteren ist sie durch secundäre Bewegungen gezackt.

Nun mögen die einzelnen Wellen näher betrachtet werden. Es gibt deren in der Curve der Barogrammdifferenzen bedeutende von einigen mm. Höhe, die aber mehrere Stunden, mitunter einen ganzen Tag in Anspruch nehmen, also langsam

ansteigen und langsam vergehen. Ist die Wirkung statisch, so müsste einer Amplitude von 2 mm. in den Limnogrammen eine gleichlaufende Welle von 27 mm. Ausweichung entsprechen; von pendelartigen Schwingungen könnte nicht einmal die Rede sein, da die Bewegung des Wassers ungemein langsam vor sich geht und zum grössten Teil von dem bedeutenden Reibungswiderstande aufgezehrt wird. Druckänderungen von dieser Grösse treten aber stets in Begleitung des Windes auf, der, selbst wenn er schwach ist, viel bedeutendere Denivellationen zu Stande bringt. Die statisch hervorgebrachte Denivellation der Druckänderung wird somit ganz durch die entsprechende und bedeutendere Windrichtung gedeckt, und so können die ruhigverlaufenden Wellen der Barogrammdifferenzen in der Untersuchung der Denivellation ausser Acht gelassen werden.

Viel interessanter sind die heftigen Wellen von kurzer Dauer und grosser Amplitude, die den Seespiegel nicht statisch, sondern dynamisch beeinflussen. Doch auch dieser Process ist nicht so einfach, wie man auf den ersten Blick denken möchte.

Nehmen wir an, dass der Luftdruck über der einen Hälfte des Sees von Keszthely bis Tihany rasch zunehme, und zwar vor der Hand Einfachheit halber sprungweise, doch gleichförmig von dem Werte p bis zu dem Werte p_1, der eine Zeit lang constant bleiben möge. Setzt man nun dem westlichen Seespiegel auf einmal als Aequivalent der Druckänderung eine der Druckänderung $p_1 - p$ entsprechende Wasserschichte auf, so hat man es mit einem Problem der Flüssigkeitsbewegung in Communicationsgefässen zu tun.



Figur 47. Communicationsrohr.

Ist in dem einen Rohre des Communicationsgefässes (Fig. 47) die Wasserhöhe über dem Schwerpunkte des gleichförmigen Gefässquerschnittes K mit M, in dem andern mit m, die Querschnitte der beiden cylindrischen Rohre mit S und s bezeichnet, während die veränderliche Wasserhöhe in den beiden Rohren beziehentlich x und y ist, so bestehen die Gleichungen

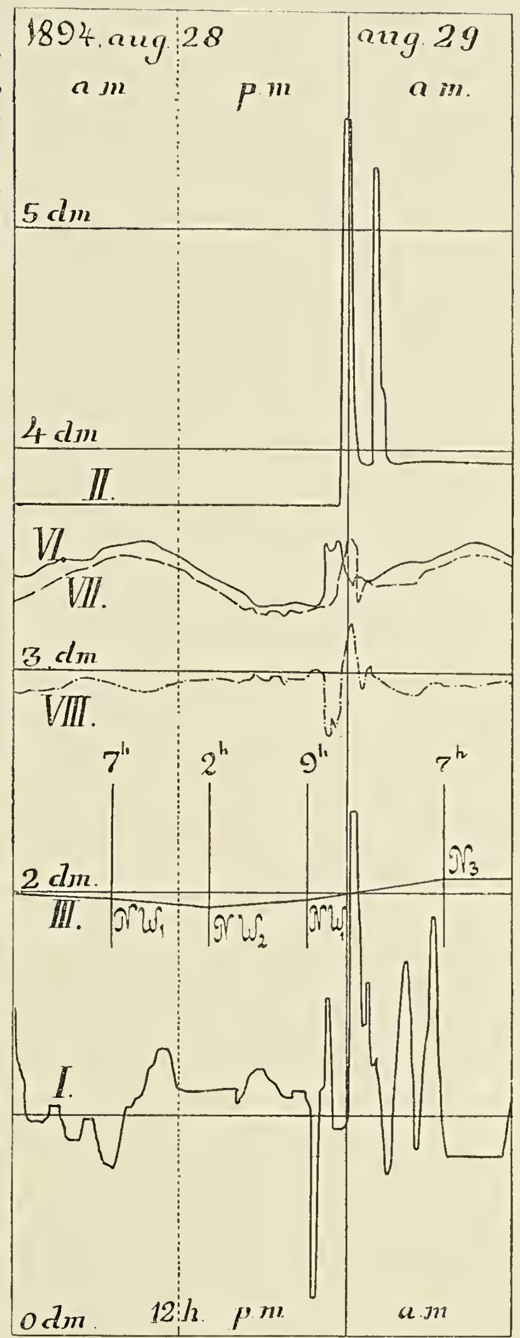
$$S\,dx = -\,s\,dy \text{ und } S\,dx = -\,\eta\,K v\,dt,$$

wo η der Coefficient der Strömungswiderstände, v die Stromgeschwindigkeit des Wassers und t die Zeit bedeutet. Da $v = \sqrt{2g(x-y)}$ geschrieben werden kann, so erhält man eine zwischen x und t integrable Gleichung, die für die Zeit gleicher Wasserstände in beiden Rohren $T = \dfrac{2\,S\,s\sqrt{M-m}}{\eta\,k(S+s)\sqrt{2g}}$ ergibt.

Die zur Ausgleichung des Wasserstandes erforderliche Zeit hängt also wesentlich von der morphologischen Beschaffenheit des Seebeckens und dem Druckunterschiede ab. Nach Verlauf dieser Zeit ist aber nicht Ruhe, denn der Spiegel weicht, von Reibungsvorgängen abgesehen, in pendelnder Bewegung zu der entgegengesetzten Lage gleicher potentieller Energie aus. Verändert sich nun plötzlich die Druckverteilung und lagert sich die Depression von der einen Hälfte des Sees über die andere Hälfte, wodurch die Gradienten dieselben bleiben, ihr Vorzeichen aber wechselt, so kommt zu der Energie der ausgewichenen Wassermasse noch jene des entgegengesetzten Druckes, so dass die Bewegung gegen die

Gleichgewichtslage noch energischer erfolgt. Die frühere Denivellation ist daher von einer noch viel stärkeren gefolgt, die, abgesehen von der Reibung, viermal grösser ist, als sie infolge blos statischerWirkung gewesen wäre.

Der grössere Druck braucht aber nicht die Hälfte des Sees zu bedecken, sondern nur einen kleinen Teil desselben, muss aber mit gehöriger Geschwindigdigkeit sich fortbewegen. In dem letzteren Falle ist natürlich das absolute Maass der Denivellation an beiden Limnographen noch immer dasselbe, braucht aber nicht mehr so regelmässig aufzutreten, wie in eigentlichen Communicationsgefässen.



Figur 48.

Aehnliche Luftdruckwellen kommen nie einzeln, sondern wie es die Curve der Barogrammunterschiede beweist, in einer ganzen Reihe, deren einzelne Wellen wol mitunter bei genügend genau abgemessener Periode die Wasserbewegungen multipliciren können. In solchen Fällen wird die Wirkung natürlich sehr complicirt. Es möge eine tiefe Depression in Begleitung eines Gewitters z. B. bei Keszthely über den See treten (wie am 27. August 1894; Fig. 48). Das Wasser wird von hier mit einemmale verdrängt, da aber das Unwetter noch lange nicht die Hälfte des Seespiegels zu decken im Stande ist, so entspricht dem heftigen Sinken des Limnographen in Keszthely vor der Hand noch keine etsprechende Bewegung in Kenese. Wie das Gewitter aber weiterzieht und die Enge von Boglár-Révfülöp verlässt, drückt es das auf das Tihanyer Ufer geschobene Wasser mit grosser Heftigkeit nach Keszthely zurück, und durch die Enge von Szántód nach Kenese. Hiebei weisen beide Limnographen bedeutende Erhebungen auf, bis die Depression nicht nach Kenese gelangt und das Wasser wieder zurückpresst. Der begleitende Wind tut unabhängig hievon das seine, und da das Gewitter nicht notwendigerweise die Axe des Sees durchlaufen musste, kommen auch Querdenivellationen zu Stande, die das Keszthelyer Limnogramm mit vielen kleinen Auszackungen bereichern. Das vielfach bewegte Wasser beruhigt sich erst langsam nach einer Reihe von regelmässigen Schwingungen.

Erscheinungen so verwickelter Art lassen sich kaum mathematisch einkleiden, besonders da Ausdehnung, Gestalt und Tiefe des Beckens, Form, Grösse und Fortpflanzung der Depressionswelle und ähnliche Umstände als wichtige Factoren Rolle spielen. Könnte man von Minute zu Minute die Isobaren über dem See verzeichnen, während das Gewitter ihn durchmisst, so liessen sich die Wirkungen vielleicht wenigstens auf graphischem Wege herleiten, ohne dass man hiedurch aber besondere Vorteile erlangt haben würde. Ein über den See verteiltes dichtes Netz von Limno- und Barographen könnte noch am ehesten Licht in viele einschlägige Fragen bringen.

Die Störung der Limnogramme geht also, wie wir sehen, nicht mit den Schwankungen des Barogramms, sondern mit jenen der barometrischen Unterschiede Hand in Hand. Die Angabe eines einzigen Barometers ist also durchaus unzureichend, und ein grosser Irrtum wäre es zu glauben, dass im Allgemeinen tiefer Barometerstand mit Hochwasser gepaart gingen. Bei fallendem Barometer in Keszthely kann der Luftdruck in Kenese noch bedeutender abnehmen, was schon theoretisch geringen Wasserstand auf der ersten Station bedingt, und umgekehrt bei steigendem Luftdruck. Mitunter zieht die Depression quer über den See, so dass entweder kein Barogramm von der Anwesenheit der Depression etwas verrät, oder aber beide gleichzeitige Veränderungen aufweisen, und doch zeigen sich an beiden Limnographen bedeutende Denivellationen.

Stahlberger*) teilt eine Tabelle der monatlichen Maxima und Minima der barometrischen Tagesmittel und die entsprechenden Tagesmittel der Wasserstände mit. Da seiner Theorie nach hoher Luftdruck mit tiefem Wasserstande geht und umgekehrt, so sollten die Unterschiede der Wasserstände stets das entgegengesetzte Vorzeichen der Luftdruckunterschiede aufweisen. Die Beobachtungen dreier Jahre in zwei Rubriken zusammengestellt, ergeben nur ein einzigesmal ganz zufälligerweise das falsche Vorzeichen. In der Tat spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Umgebung eines Ortes keinen höheren oder niederen Druck besitze, wenn an demselben das monatliche Maximum oder Minimum des Luftdruckes auftritt, was jedoch nicht unbedingt bindend ist. Tritt nämlich in Fiume das monatliche Maximum des Luftdruckes ein, so kann allerdings in einem südlicheren Teil der Adria ein noch höherer Barometerstand herrschen, und dann tritt der Fall des Maximums vom 28. Mai 1869 und des Minimums vom 25. Mai auf, deren Wasserstandunterschied ebenfalls positiv ist, wo daher dem barometrischen Minimum der geringere Wasserstand entsprach.

Noch grösser wäre die Anzahl der gleichen Vorzeichen, wenn nicht eben die Tage mit barometrischem Maximum verglichen worden wären. So ist auf Seite 14 des angeführten Werkes eine Tafel der monatlichen Maxima und Minima des Wasserstandes mit den zugehörigen Barometerständen mitgeteilt; dieselben ähnlich behandelt geben zwar auch hier zumeist gleiche Vorzeichen der Unterschiede, es bleiben aber viele Discordanzen bestehen. So entspricht z. B. in Stahlberger's Bezeichnung dem Wasserstandsunterschiede von 0.36 M. (M, die Stahlberger'sche Längeneinheit) im Juni 1869 ein Unterschied von — 5·3 mm. im Luftdrucke; im Juli desselben Jahres dagegen nur — 0·6 mm; und 0·47 M. Wasserstandunterschied gehört im October 1870 zu — 16·2 mm; 1·12 M. Unterschied im November 1871 nur zu

*) F. Stahlberger: Die Ebbe und Flut in der Rhede von Fiume, Budapest, 1874, p. 19.

— 4·6 mm. Barometerdifferenz. Dass die einzelnen Zalen selbst in diesem Grade übereinstimmen, hat seinen Grund darin, dass die den Wasserstand beeinflussende Windcomponente mit einer gleichsinnigen Componente des Gradienten zusammenfällt, und die maximalen und minimalen Wasserstände unter gewöhnlichen Umständen grösstenteils vom Winde erzeugt werden. Oder mit andern Worten: wenn die Staucomponente des Windes bedeutend ist, dann besitzt auch der Gradient eine grosse Componente in derselben Richtung und demselben Sinne, und es ist sehr wahrscheinlich, dass bei maximalem Wasserstande in einem Punkte die Luftdruckunterschiede gegen die Umgebung das entgegengesetzte Vorzeichen der entsprechenden Wasserstandunterschiede aufweisen.

Forel*) beobachtete über den Léman hinziehende Depressionen, die sehr weit davon entfernt waren, für momentan ziehend gelten zu dürfen. Am 20. August 1890 zog ein Gewitter über den See, das an den verschiedenen Barographen zu verschiedenen Zeiten Luftdruckstörungen von grossem Betrage registrirte. An diesem Tage war die Amplitude der regelmässigen Schwankungen in der Tat riesenhaft gross. Da eine periodische Schwankung — die beobachtete hatte eine Amplitude von über 60 cm. — nicht ohne eine vorhergehende unregelmässige Denivellation von beiläufig derselben Grösse zu Stande kommen kann, musste zunächst deren Möglichkeit nachgewiesen werden, was Forel auf ganz statischem Wege versucht: Das Barogramm zeigt einen Anstieg von 4 mm., was einer Wasserstandänderung von 54 mm entspricht. Nimmt man an, dass sich diese Aenderung im geeigneten Momente auf der anderen Seite des Sees zeige, d. h. die denivellirte Wasserfläche nicht in die Ruhelage zurückkehrt, sondern über diese hinaus entgegengesetzt pendelt, so erhält man eine Schwankung von $2 \times 54 = 108$ mm. oder rund 11 cm. Amplitude. Da nun die in Genf aufgezeichnete Amplitude von 62 cm. das Resultat zweier periodischer Schwingungen von verschiedener Periode ist, so bleibt nur die Ursache einer Amplitude von 31 cm. nachzuweisen, die allerdings noch fast dreimal so gross ist, als die schon erklärte Ausweichung von 11 cm. Da die Osthälfte des Sees bedeutend ausgedehnter ist, als die westliche, so ist nach Forel's Ueberlegung die Amplitude der regelmässigen Schwankung in Genf viermal grösser, als in Chillon, und auch die anfängliche Ausweichung der unregelmässigen Denivellation soll an beiden Punkten dasselbe Verhältniss aufweisen. Die Elongation in Chillon war damals 16 cm., und da sie ebenfalls die Superposition zweier verschiedenperiodischer Schwankungen darstellt, so braucht überhaupt nur eine Anfangsschwingung von 8 cm. in Rechnung gezogen werden.**)

---

*) Forel: Le Léman T. II. p. 187 u. ff.

**) Ebenda. T. II, p. 191. «Cette discordance disparaît si nous donnons attention au fait que les seiches de 62 cm. ont été mesurées a Genève; que dans cette station il y a exagération de la hauteur des seiches par les conditions locales de la forme et du relief du bassin; que le lac est rétréci à Genève en un long golfe de largeur progressivement décroissante; que le Petit-lac est beaucoup moins profond que le Grand-lac. Il en résulte, comme nous l'avons vu p. 139. qu'il y a amplification locale de la hauteur des seiches; que les mêmes seiches sont à Genève 4 fois plus hautes qu'à Chillon . . . . Les seiches du 20 août n'avaient à Chillon qu'une hauteur de 16 cm.; elles étaient composées d'uninodales et de binodales n'ayant chacune que 8 cm. de hauteur. De seiches de 8 cm. de hauteur correspondent à une variation barométrique de 3 mm. de mercure. La variation constatée par les barographes de Thonon et de Morges a dépassé 3 mm.» etc.

Herrschen über verschiedenen Punkten eines Beckens verschiedene Drucke, so legt sich im statischen Zustande der Wasserspiegel nicht in die Niveaufläche, sondern in eine Fläche, deren auf jene bezogene Ordinaten dieselben Unterschiede aufweisen, welche an den entsprechend aufgestellten Wasserbarometern abzulesen wären. Im günstigsten Falle kann also nur ein 13·6mal grösserer Wasserstandunterschied vorkommen, als der Unterschied der Quecksilberbarometer anzeigt, wie immer die Gestalt und das Bodenrelief des Beckens beschaffen sei. Bedeuten x und y die laufenden Koordinaten eines Punktes des Seespiegels auf die Niveaufläche bezogen, und ist der Barometerstand dnrch die Gleichung $h = f(x, y)$ darstellbar, so wird die Gleichung der statischen Oberfläche des Sees $z = \varphi(x, y)$, wo sich die senkrechten z Ordinaten auf das der Ruhelage entsprechende Niveau beziehen mögen, das in m Tiefe unter dem momentanen Wasserstande liegen mag; m sei das Mittel der Ablesungen sämmtlicher über dem See angebrachten Wasserbarometer. Entspricht diesem der Barometerstand b_0, dann ist

$$(2\,b_0 - b) = f_1\,(x, y)$$

das Spiegelbild der Fläche der Barometerstände und es besteht die Relation

$$z = -\,13{\cdot}6\,(2\,b_0 - b)$$

so dass für zwei Punkte: $z_1 = \varphi\,(x_1, y_1)$ und $z_2 = \varphi\,(x_2, y_2)$ der Ordinatenunterschied

$$z_1 - z_2 = +\,13{\cdot}6\,(b_1 - b_2)$$

stets proportional dem Unterschied der Barometerstände wird.

Es ist daher eine Täuschung annehmen zu wollen, dass die einfach statische Wirkung des Luftdruckes jene Wasserstände erzeugen könnte, welche wir in den regelmässigen Schwankungen als dynamische Wirkungen erkannten.

Die 60 cm. hohe Seiche des Léman vom 20. August 1890 ist daher auf diese Weise nicht zur Genüge erklärt, denn wenn selbst die günstigste Verteilung des Luftdruckunterschiedes von den beobachteten 4 mm, angenommen wird, kann zwischen Genf und Chillon kein höherer Wasserstandunterschied entstehen, als $4 \times 13,6 = 54$ mm.

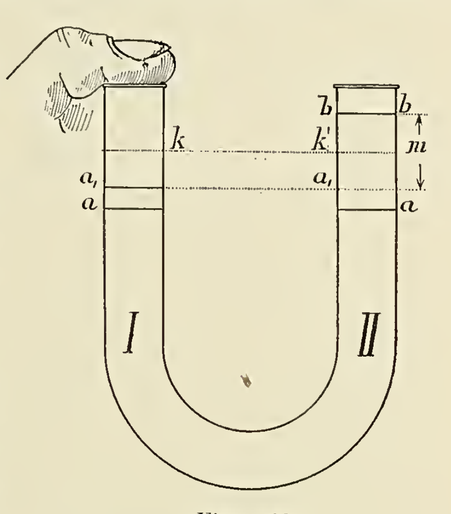
Wie wir schon früher sahen, ist der Einfluss plötzlicher (brusque) Druckveränderungen kein statischer, sondern ein dynamischer Process. Aendert sich der Druck über einem Teile des Sees in einer zur Dauer regelmässiger Schwingungen verschwindend kleiner Zeit, so sind die Verhältnisse dieselben, als ob der Seespiegel schon denivellirt und die Gleichgewichtslage die der Druckverteilung entsprechende statische Lage wäre. Die tatsächliche Denivellation kann sohin als Rückkehr in die Ruhelage betrachtet werden, die bekanntlich eine entgegengesetzte Ausweichung von beiläufig derselben Grösse nach sich zieht.

Man fülle ein U-förmig gebogenes Rohr (Fig. 49) bis zur Höhe a—a mit Wasser, schliesse die Oeffnung des einen Schenkels mit dem Finger luftdicht und schütte in den andern Schenkel Wasser bis zur Höhe b—b. In dem Rohre I hebt sich das Wasser, bis der Druck der comprimirten Luft derselbe wird, wie der Druck der Wassersäule $b - a_1 = m$. Entfernt man plötzlich den Verschluss, so bringt der Drucküberschuss im Schenkel II Bewegung hervor. Das Wasser in II sinkt, hebt sich in I, jedoch nicht bis zum mittleren, dem statischen Zustande entsprechenden Niveau k—k, sondern darüber hinaus, bis der Höhenunterschied

in beiden Schenkeln — *m* geworden ist. Erst nach einigen pendelnden Bewegungen, die durch die vorhandene Reibung den Energievorrath aufzehren, kommt Gleichgewicht zu Stande.

Unter der plötzlichen Druckänderung von 4 mm. erhält also der Léman eine der statischen Wirkung zweimal überlegene Ausweichung, nämlich eine Denivellation von $108 = 2 \times 54$ mm. Verbreitet sich nun die Druckänderung über den ganzen See, so dass der Barometerstand über demselben constant wird, so kommt eine der tatsächlichen Denivellation gleiche und entgegengesetzte zu Stande, deren Amplitude in Genf 216 mm. oder nahe 22 cm. beträgt. In unserem Versuche könnte die Erscheinung nachgeahmt werden, wenn im Augenblicke der grössten negativen Ausweichung, beim Höhenunterschiede — *m*, im Schenkel *I* der ursprüngliche Druckunterschied hergestellt werden könnte.

Nach dem Barogramme von Thonon fiel die plötzliche Druckänderung zwischen 7^h und 7^h 30^m; um diese Zeit, genauer um 8^h betrug die Amplitude der regelmässigen Schwankung 31 cm. Um 8^h 30^m trat bei Thonon wieder ein plötzliches Steigen von 3 mm. ein, das auf den ersten Impuls gerade in der Zwischenzeit einer vollständigen Schwingungsdauer (73^m) erfolgte, und somit multiplicirend wirkte. Es kam daher noch zu der früheren Ausweichung von 22 cm eine neuere von $4 \times 3 \times 13{,}6$ mm. $= 16$ cm., wodurch die volle Amplitude der Wasserbewegung, die sich aus den Aufzeichnungen des Barogramms von Thonon auf dynamischem Wege erklären lässt, zu 38 cm. gefunden wird, was schon mehr als die Hälfte der um 10^h beobachteten Amplitude von 62 cm. beträgt.



Figur 49.

Doch genügt auch das noch nicht. Die durch Superposition entstandene Amplitude muss ihrer ganzen Grösse nach durch die obwaltenden Umstände erklärt sein, wie regelmässig auch immer die Grundelemente dieser resultirenden Schwingung beschaffen sein mögen. Bei der in Rede stehenden complicirten Bewegung, die nach Forel eine Superposition einer uni- und binodalen Schwingung ist, ist die Amplitude der maximalen Ausweichung nicht identisch mit dem Maximum-Minimumunterschiede der Limnogramme, sondern mit dem grössten Wasserstandunterschiede, der augenblicklich über der ganzen Fläche des Sees zu finden ist. Bei der Besprechung der regelmässigen Schwingungen werden wir klarlegen, dass in einem gegebenen Augenblicke zwischen beiden Enden des Sees nie ein so grosser Wasserstandunterschied auftreten kann, wie ihn die Maximalamplitude des einzelnen Limnographen andeutet. Es braucht daher weder die beobachtete Amplitude von 62, noch deren Hälfte von 31 cm. erklärt zu werden, wie es Forel versuchte, sondern, wie es eine spätere sehr einfache geometrische Ueberlegung klarlegt, das Mittel beider, etwa 46 cm. Wir konnten eine Amplitude von 38 cm. nachweisen; bedenkt man, dass nach beiden Anstiegen des Barometers ein plötzlicher Rückfall eintrat, der die vorhandene Denivellation vergrösserte, und dass auch der Wind ein ähnliche — auf tiefen Seen zwar geringere Wirkung ausübt, als auf unserem Platten-

see, so dürfte die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung eine befriedigende genannt werden.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung. Forel's Ueberlegung, als genügte es, nur die viermal kleinere Ausweichung in Chillon statt der grösseren in Genève zu erklären, ist irrtümlich, da gerade die grösste vorkommende Wasserstandschwankung der mechanischen Erklärung bedarf. Wenn die regelmässige Schwankung in Genève ihr oberes Maximum erreicht, das Wasser also 31 cm. über dem Mittelniveau steht, so liegt es bei Chillon (wie später begründet werden soll) in der mittleren Wasserstandshöhe, und in der Mitte des Sees etwa, bei der Knotenlinie der uninodalen stehenden Schwingung, am tiefsten, nämlich bei — 15 cm. etwa, wenn in Genève sowol als in Chillon die Amplitude der regelmässigen Schwingung 62 cm. betrüge. Da aber die besagte Assymetrie besteht, so ist die Einsenkung geringer, jedenfalls aber grösser, als der vierte Teil dieses theoretischen Wertes, da die Knotenlinie bedeutend näher an Genève liegt, als an Chillon. Kennte man das Verhältniss zwischen der Amplitude dieser Knotenlinie und der Amplitude zu Genève, so wie wir sie aus den Beobachtungen Forel's zwischen Genève und Chillon kennen, so könnten die Rechnungen noch sicherer begründet werden.

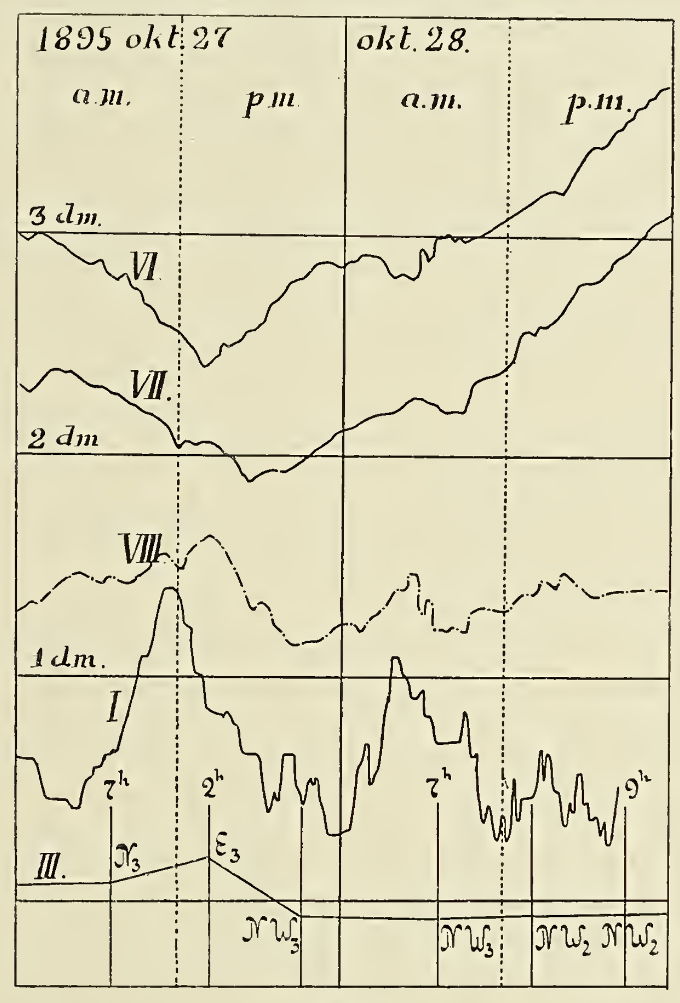
Es ist wahrscheinlich, dass die Amplitude der binodalen stehenden Welle in Genf zweimal so gross ist, als in der Knotenlinie der uninodalen Welle; dann wäre statt einer Senkung von 15 cm. nur eine solche von 8 cm. vorhanden, und der grösste Wasserstandunterschied, der erklärt werden sollte, beträgt 31 + 8 = 39. cm. sehr nahe übereinstimmend mit dem Werte, den wir aus dem zweimal wiederholten Druckimpulse auf dynamischem Wege herleiteten.

Kehren wir noch für einen Augenblick zu dem in Fig. 49 dargestellten Versuche zurück. Nimmt man den Verschluss der Röhre *I* nicht plötzlich, sondern sehr allmälig fort, so gleicht sich der Druck und die Wasserhöhe in beiden Schenkeln allmälig aus, und merkliche Pendelungen kommen nicht zu Stande. Ganz ähnliche Resultate erlangt man, wenn man, den tatsächlichen Verhältnissen mehr entsprechend, in dem einen Schenkel des U-Rohres einen Kolben rasch beziehentlich langsam bewegt. Freilich sind dann die Schwingungen gestört, da unter dem Kolben während der Schwingungen bedeutende Druckunterschiede zu Stande kommen. Dass im anfänglichen Gleichgewichte die Wasserhöhe in beiden Schenkeln nicht gleich ist, bei verändertem Drucke aber gleich wird, ändert wesentlich nichts an dem Versuche.

Ist die Luftdruckänderung über dem See langsamer, als sie sein würde, wenn der Luftdruck mit seinem statischen Aequivalente die aufeinanderfolgenden Phasen der Denivellation begleitete, so hörte mit beendeter Aenderung des Druckes sogleich auch die Bewegung des Spiegels auf, und behielte diejenige Lage, welche der momentanen statischen Wirkung des Luftdruckes entspricht. Dann ist die Denivellation sehr gering, und der andern Ursachen zuzuschreibenden gegenüber verschwindend. Dies der Grund, dass auf dem Plattensee bedeutende, aber langsam verlaufende Luftdruckänderungen ohne sichtbaren Erfolg bleiben.

An einem und demselben Orte kann das Barogramm bedeutende Veränderungen aufweisen, wenn 1. bei zwar geringer Fortschreitung der Isobaren der Gradient gross ist, oder 2. wenn bei mässigem Gradiente die Isobaren rasch ihren Ort verändern, und wenigstens über dem Beobachtungsorte eine bedeutende Bewegungscomponente senkrecht zu den Isobaren steht. Beide Fälle üben auf die

Denivellation verschiedenen Einfluss aus; zieht man aber in Betracht, dass das Wasser in der Längs- und Queraxe des Beckens Schwingungen von verschiedener Dauer vollbringen kann, dass die Ortsveränderung der Isobaren zumeist mit einer Aenderung des Gradienten verbunden ist und die Barogramme verschiedener Orte sohin verschieden ausfallen, dass weder die Richtung der Isobaren, noch deren Fortpflanzung eine bevorzugte Lage zur Längsaxe des Sees aufweisen, und das Gesetz $b = f(x, y)$ der Druckverteilung im Allgemeinen jeder Einfachheit entbehrt, so ersieht man, dass die Erscheinung nur mit grossen, sich von der Wahrheit weit entfernenden Beschränkungen mathematisch dargestellt werden könnte.



Figur 50.

Solange nicht die Daten sehr vieler Limno-, Baro und Anemographen zur Verfügung stehen, lassen sich nur die folgenden Endresultate — zunächst für den Plattensee — festsetzen:

1. Langsame Luftdruckänderungen, deren statische Wirkung den aufeinanderfolgenden Phasen der Denivellation nicht zu folgen vermögen, bleiben hinter Wasserstandschwankungen anderer Provenienz verborgen.

2. Plötzliche, stossartige Druckänderungen bringen gewöhnlich regelmässige Schwingungen kleinerer Periode hervor, vorausgesetzt, dass die Aenderung nicht gleichzeitig über der ganzen Fläche des Sees vor sich ging.

3. Luftdruckänderungen wirken auf das Wasser nicht statisch, sonder dynamisch. Sind solch plötzliche Druckänderungen über dem Spiegel schon eingetreten, so ist bei der Untersuchung der weiteren Bewegungen die wirklich geodätische Niveaufläche als Denivellationsfläche, die der statischen Wirkung des Luftdruckes entsprechende Fläche als das Niveau der Ruhelage zu betrachten, solange über dem Wasser die Verteilung der Luftdruckunterschiede nicht wesentlich geändert ist. Hienach bewirkt eine über der einen Hälfte des Sees plötzlich entstandene Druckänderung, die angemessen lang dauert und im geeigneten Momente wieder verschwindet, eine zweimal so grosse Denivellation, und in den Limnogrammen eine vierfach grössere Ausweichung, als entstünde, wenn die Luftdruckänderung nur langsam vor sich ginge, oder nur deren statische Wirkung in Betracht käme.

4. Die excessiven Denivellationen des Plattensees, welche ruhig, ohne heftigere Erschütterungen verlaufen, sind fast ausnahmslose vom Winde ausgelöst; die kurzperiodischen heftigen, regelmässigen oder unregelmässigen Schwankungen verdanken ihre Existenz fast ausnahmslos plötzlichen (brusque) Veränderungen des Luftdruckes. Die auf statische Wirkung zurückführbaren langsamen Druckänderungen gehen ohne merklichen Einfluss vorüber. Da die dynamische Wirkung, soll sie zur Geltung kommen, nur geringe Zeitdauer in Anspruch nimmt, so können unter der Wirkung der Luftdruckänderungen mit beträchtlicher Amplitude ebenfalls nur Denivellationen von kurzer Periode oder kurzer Dauer zu Stande kommen. Die einfache Einsicht in die Limnogramme des Plattensees überzeugt uns unstreitbar, dass die regelmässigen Schwingungen kurzer (2—$2^1/_2$-stündiger) Periode, oder — um nicht vorzugreifen — die dieselben auslösenden unregelmässigen Denivellationen von raschen Veränderung der Druckdifferenzen herrühren. Von den Ursachen der periodischen Schwingungen von sehr kurzer und sehr langer Dauer soll später unter Hinweisung auf das eben Vorgebrachte die Rede sein.

In der langen Reihe der Limnogramme des Plattensees findet sich nur ein einziger Fall, vom 27—28. October 1895, Fig. 50, der ein klares Bild der statischen Wirkung der Druckdifferenzen darstellt, insofern diese bei genügender Grösse sehr langsame Aenderungen aufwiesen. Als Beispiele dynamischer Wirkung kann jeder Fall betrachtet werden, in welchem 1. entweder das Limnogramm periodische Schwankungen kurzer Periode aufweist oder 2. in der Curve der barometrischen Unterschiede heftige, wenn auch nicht bedeutende Sprünge vorkommen.

An die Erklärung der auf den tiefen Alpenseen vor sich gehenden Erscheinung darf ich mich mit Aussicht auf Erfolg nicht wagen, da es hiezu nötig wäre, die ganze Reihe der Limnogramme und alle Einzelnheiten der meteorologischen Processe zu kennen. Da aber, wie wir schon gesehen, der Wind in tiefen Wassern grosse Denivellationen nicht zu Stande bringt, und die Perioden der regelmässigen Schwingungen viel kleiner sind, als auf dem Plattensee, so glaube ich auf Grund der mir bekannt gewordenen gelehrten Abhandlungen die Aufmerksamkeit dahin lenken zu sollen, dass die regelmässige Schwingungen auslösende Denivellation in den meisten Fällen aus heftiger Veränderung des Luftdruckes entspringe, trotzdem Plantamour,*) der zwar nur mit einem Barometer arbeitete, das Entgegengesetzte zu beweisen scheint.

---

*) Seiche occasionée par le cyclone du 20. février 1879; Archives de Genève. 1879, T. I., p. 335.

VII. ABSCHNITT.

Andere möglichen Ursachen der Denivellationen.

Die beiden Hauptmomente mechanischer Wirkung der mit dem Wasser in Berührung stehenden Luft, Wind und Druckänderung sind nun in ihrem Zusammenhange mit den Denivellationen zur Genüge analysirt. Es gibt nun aber noch andere Veränderungen, die eine Rolle spielen könnten.

A) Heftiger Platzregen über einem Punkte des Sees bewirkt erhöhten Wasserstand, von dem nach allen Seiten Abfluss zu bemerken ist. Ein Regen, der stündlich 20 cm. Niederschlagshöhe producirt, ist aber sehr selten, und selbst diese ausnahmsweis beträchtliche Höhe ist viel zu gering, als dass sie merkliche Denivellation hervorbringen könnte, indem die Abflussgeschwindigkeit viel bedeutender ist, als dass sie merkliche Wasserstandunterschiede erzeugte. Solch heftige Regen treten gewöhnlich in Begleitung von Gewittern auf, die denivellirende Wirkungen von bedeutenderer Grösse mit sich führen.

B) Bertrand*) stellte die Hypothese auf, dass die anziehende Wirkung elektrischer Wolken das unter denselben liegende Wasser hebe, somit gegen das andere Seeende hin Wasserstandsunterschiede hervorbringe. Bei jedem Blitzschlage gleicht sich der elektrische Spannungsunterschied sprungweise aus, die anziehende Wirkung nimmt rasch ab, und Schwankungen des Spiegels werden ausgelöst. Dieselbe Hypothese nahm auch Dufour**) und Plantamour***) als möglich an.

Wir treten der Frage zunächst vom theoretischen Standpunkte näher. Die eine Wolke bildenden elektrisch geladenen Dampfbläschen schwimmen nicht in der aërostatisch bedingten Höhe, sondern um so viel tiefer, dass der Auftrieb der Luft der Anziehung der Bläschen gleich wird. Die Wolke schwebt also tiefer, als ohne elektrische Ladung. Jeder Blitzschlag hat nun zur Folge, dass sich die Wolke rasch erhebt, den Druck vermindert, sich abkühlt und vermehrten Niederschlag verursacht, was auch zugleich eine neue Hypothese über manche Erscheinungen der Gewitter darstellt. Eine Stütze derselben dürfte sein, dass die ersten Regentropfen gewöhnlich nach dem ersten Blitzschlage fallen.

Betrachten wir nun die Folgen auf der Erde. Soll dass Wasser infolge der elektrischen Anziehung eine Gewichtsverminderung erleiden, so muss dieselbe natürlich auch alle anderen Körper betreffen. Eine gewöhnliche Wage wird diese Verminderung natürlich nicht nachweisen können, da ja die Schwere der Massen beider Schalen vermindert ist, die Federwage aber, deren Elasticität von elektrischer Einwirkung unabhängig ist, könnte einen Unterschied anzeigen. Nun entspricht aber das Qecksilberbarometer und das in den Barographen zur Anwendung kommende Aneroid vollkommen beiden Wagen, so dass eine elektrisch verminderte Schwere der Luft von dem Aneroid angezeigt wird, dem Quecksilberbarometer aber verborgen bleibt. Unter elektrisch geladener Wolke müssten also beide Instrumente einen wesentlich verschiedenen Stand annehmen. Nimmt man aber an, dass

---

*) In einer zu Genève gehaltenen academischen Festrede; s. Saussure: Voyage dans les Alpes, Neuchâtel, 1779.

**) Forel: le Léman, T. II., p. 184.

***) Arch. de Genève, 1879, T. I., p. 343.

die Schwere der Luft eine Aenderung erlitt, ihr Druck jedoch nicht, so zeigt das Aneroid keine Veränderung an, wogegen das Barometer entsprechenden Gang haben wird. Denn wenn bei constantem Druck das Gewicht des Quecksilbers, oder was auf dasselbe hinauskommt, seine Dichte verkleinert wird, so braucht es einer höheren Säule um dem gegebenen Drucke Gleichgewicht zu halten. Wirkt also die elektrische Wolke anziehend auf das Wasser, so muss entweder bei durchaus unbeeinflusstem Barometer das Aneroid tiefer stehen und mit jedem Blitzschlage in die Höhe springen, oder es müsste bei sonst constantem Aneroide das Barometer höher gehen und bei jedem Blitzschlage fallen. Ein dritter denkbarer Fall ist ausgeschlossen.

Der Standunterschied der beiden Instrumente — der Gang des Aneroides ist durch das Barogramm gegeben — müsste ganz bedeutend sein; denn sollte auf diesem Wege auch nur eine Denivellation von 13·6 cm. zwischen beiden Enden des Sees erklärt werden, so müssten beide Apparate einen um 10 mm. verschiedenen Stand angeben. Wäre der Unterschied in der Tat von dieser Grössenordnung, so hätte er den meteorologischen Stationen nicht verborgen bleiben können; mir ist über einschlägige Beobachtungen dieser Art nichts bekannt geworden. Pendelbeobachtungen, die die Wasserstandsänderung auf einige Centimeter angeben, und die Uhren der Sternwarten könnten auch nicht unbeeinflusst bleiben, wenngleich die roheren Registrirapparate den kleinen Wirkungen gegenüber vielleicht schweigen müssten.

Die Wahrscheinlichkeit der Hypothese ist also durch das Ausbleiben der notwendigen Folgen schon fraglich geworden, es spricht aber noch ein Grund dagegen. Die Verteilung der Luftelektrizität ist keineswegs so einfach, wie das zu Bertrand's Zeiten angenommen wurde. Die Gewitterwolken sind schichtenweise entgegengesetzt geladen und gleichen sich trotz der Anziehung nicht durch Vereinigung, sondern von dem überwiegend vorkommenden Blitzschlag von Wolke zu Wolke aus, der zugleich gegen die gleichsinnige Ladung der Wolken zeugt.

Die unmittelbare Erfahrung ist dieser Hypothese auch nicht günstig. Wie Forel für den Léman, so kamen wir für den Balaton zu den folgenden Sätzen:

1. Gewitter sind nur dann mit grossen Denivellationen verbunden, wenn sie von Luftdruckstörungen und Wind begleitet werden.

2. Im Vorfrühling und Spätherbste, wo atmosphärische Störungen nicht mit Gewitter gepaart gehen, kommen sehr grosse Denivellationen, starke regelmässige und unregelmässige Schwankungen vor, so dass die Anziehung elektrischer Wolken nicht die einzige Ursache dieser Bewegungen sein kann, obgleich sie manchmal zur Geltung kommen mag.

3. Die Denivellationen zeigen durchaus nicht jene Bewegungen an, die der Theorie nach an den Limnographen zu beobachten wären, nämlich Stauung beim Annähern des Gewitters, sprungweise Rückfälle bei den einzelnen Blitzschlägen, und damit verknüpften Schwingungen jeder Periode und Amplitude. Im Gegenteil; während des Gewitters am 28. August 1894 schlug der Blitz vor meinen Augen mehrmal in Keszthely nieder, so dass die Erscheinung den günstigsten Forderungen der Hypothese hold war; nichtsdestoweniger reagirte der See nicht mit Anschwellung, sondern mit vehementem Rückzuge auf die Annäherung des Gewitters, was durch die Barometerdifferenz und den Wind auf das Vollkommenste erklärt werden kann.

Hat also eine elektrisch geladene Wolke in der Tat irgend einen Einfluss auf die Niveauschwankungen, so kann dieser neben bedeutenderer Wirkung anderer Herkunft, besonders des Windes und der Luftdruckänderung, nur sehr verschwindend sein. Die Existenz einer solchen Anziehung wird auch durch andere Erfahrungen durchaus nicht gestützt.

C) Es ginge über die Grenze des Realen, den Temperaturänderungen irgend einen Einfluss auf die Standesänderungen des Sees zuschreiben zu wollen. Eine Wirkung der weit genug getriebenen Temperaturveränderung besteht freilich darin, dass die den See bedeckende Eisdecke excessive Denivellationen nicht mehr zu Stande kommen lässt. Gänzliche Ruhe besteht auch dann noch nicht, es scheint im Gegenteile, dass sich gewisse regelmässige Schwankungen erst dann leicht erkennbar und schön entwickeln, die Amplitude derselben bleibt aber stets unter einigen Centimetern. Dies lässt sich besonders in Kenese erkennen, wo der Schwimmer des Limnographen in dem geschützten Brunnen dem Einfrieren lange widersteht. In der wenig geschützten Badecabine zu Keszthely hingegen beschreibt der Limnograph alsbald nach dem rasch erfolgenden Gefrieren eine ununterbrochene Gerade.

In der Mitte des Januars 1896 bewegte sich der Schwimmer des Keneseer Limnographen, trotzdem die Fischerei auf dem Eise schon im Schwunge war, die Dicke desselben also schon 20—30 cm. betrug, noch frei, und verzeichnete die regelmässigen Schwingungen der Fig. 60. Es mag hieraus ersehen werden, dass die Eisdecke nicht absolut starr ist, und die denivellirenden Ursachen auch unter derselben wirken, selbst dann, wenn der festgefrorene Schwimmer nur mehr eine gerade Linie verzeichnet.

Mitunter wird der Schwimmer vor der Aufbrechung des Eises frei, und dann verstärken sich die verzeichneten Denivellationen in dem Maasse, als das Eis weicht; ein andermal wieder ist der Schwimmer noch eingefroren, wenn heftiger Orkan das Eis auf das Ufer wirft, und dann geht die Gerade des Limnogrammes unvermittelt in die Curve einer bedeutenden Denivellation über.

Die unter dem Eise stattfindenden Denivellationen können nicht vom Winde herrühren, da hiezu unbedingt Wellengang erforderlich wäre. Dies ist der geeignete Zustand, in welchem statische Wirkungen des Luftdruckes zur Geltung kommen. Wie Temperaturänderungen des Eises und dessen Bewegungen den Wasserstand beeinflussen, das zu untersuchen überschreitet den Ramen dieser Studie.

Noch zweier Ursachen muss hier Erwähnung geschehen, die, obwol nicht der Atmosphäre angehörend, doch Wasserbewegungen zu Stande bringen können, der Erdbeben und der Gezeitenbewegung.

Am Plattensee liegen keine für seismologische Beobachtungen eingerichtete Stationen, und seit Aufstellung der Limnographen ist die Umgebung meines Wissens von keinem Beben heimgesucht worden. Das Erdbeben von Laibach am 14—17. April 1895 war zwar auch in Ungarn fühlbar, doch verzeichnete der Keszthelyer Limnograph keine auffallende Erscheinung, verlief vielmehr an dieser Stelle gerade recht eintönig.

Rudolph *) folgert aus seinen mit Bienenfleiss zusammengetragenen und bearbeiteten Daten, dass zwischen Seebeben und von Erdbeben ausgelösten Flut-

*) Rudolph E.: Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen; in Gerland's Beiträge zur Geophysik, I. Bd., p 215.

wellen in den Oceanen unterschieden werden muss, und dass beide Erscheinungen nicht auf dieselbe Grundursache zurückgeführt werden dürfen. Die Seebeben sind nach ihm Wirkungen einer seismischen Erschütterung, die Flutwellen Folgen einer Gas- oder Dampferuption am Meeresboden. Die ersteren erzeugen im Wasser Longitudinalwellen, die sich nach Art der Schallwellen fortpflanzen und die Oberfläche viel rascher nacheinander treffen, als dass sie in Gestalt von Oberflächenwellen bemerklich werden könnten. Auch Schiffe erleiden von solchen Wellen keine Schaukelbewegung, sondern überhaupt nur einen starken Stoss, entsprechend dem Uebergange der Welle in ein neues Medium, den Schiffskörper. Die Flutwelle bei einer Eruption ist aber in der Tat eine Uebertragungswelle,

Da die vulkanische Tätigkeit in der Nähe des Plattensees schon gänzlich ruht, kann von solchen Eruptionen keine Rede mehr sein, und die Denivellationen sind sicherlich nicht Wirkungen der Bewegung der festen Erdrinde. Solche Ausbrüche müssten bei der Seichtheit des Wassers Wirkungen ausüben, die sich der Beobachtung nimmer entzogen hätten.

Von Erdbeben und Gaseruptionen als denivellirenden Factoren kann sohin beim Plattensee nicht die Rede sein.

Prof. Dr. Josef v. Szabó *) erwähnt angebliche Aufwallung und starken Wellengang des Wassers des Plattensees selbst bei Windstille, welche Erscheinung seiner Ansicht nach «auf die Entstehung eines endogenen Orkans im Schoosse des aus vulkanischem Gestein bestehenden Bodens» zurückgeführt werden kann. Auf Grund langer Erfahrungen darf ich dreist behaupten, dass der See ohne Wind nie aufwallt; es mag diese Fabel daher rühren, dass über dem See nicht selten eine starke Luftströmung streicht, während die Bäume der Uferabhänge kaum ihre Blätter bewegen. Bei solchen Gelegenheiten und besonders in ruhigen Nächten hört man das Brausen des Sees weit bis in die den See begrenzenden Berge hinein, und wer die Mühe scheut, bis zum See selbst hinabzusteigen, beruhigt sich wol leicht in dem Glauben einer rätselhaften Aufwallung in voller Windstille.

Die von Prof. Szabó erwähnte Erscheinung ist uns nie vorgekommen, es ist daher wol auch kaum nötig, sie in anderer Weise erklären zu wollen.

Wahrscheinlicher scheint es, dass Mond und Sonne, gleichwie im Meere, auch hier eine Gezeitenbewegung hervorbringen. Die fast einen Grad betragende Längsaxe des Sees stellt sich ziemlich genau west-östlich ein, so dass die Culminationsdifferenz für beide Endpunkte nahe 4^m beträgt. Die Maximalwirkung tritt natürlich nicht in dem Augenblicke der Mittagshöhe ein, sondern dann, wenn der Unterschied der Anziehungen für beide Seenden ein Maximum geworden ist. Bei gleichbleibenden Massen braucht also nur die der Schwere entgegenwirkende Anziehungscomponente untersucht zu werden.

Es sei in Fig. 51 F der Mittelpunkt der kugelförmigen Erde und mm der Kreis, den eine mit der Mondbahn parallele, durch den Plattensee gehende Ebene aus der Erde herausschneidet. Der Mond sei auf diese Parallelebene orthogonal proijcirt gedacht; K_1 bedeutet den Ort von Kenese, K_2 von Keszthely, H den proijcirten Mondort. Die Verticalcomponente der Mondentfernung über Kenese und Keszthely sei P_1 und P_2, die Entfernung vom Mittelpunkte der Erde $R+r$,

*) Szabó J.: Geologia, Budapest, 1883, p. 677.

α der dem angenommenen Schnitte des Plattensees entsprechende Centriwinkel und β die Zenithdistanz des Mondes in Kenese. Dann ist:

$$(R+r)\cos\beta - R = P_1 \quad \text{und} \quad (R+r)\cos(\alpha+\beta) - R = P_2$$

woraus der Unterschied

$$P_1 - P_2 = (R+r)\cos\beta - (R+r)\cos(\alpha+\beta)$$

$$= (R+r)\left[\cos\beta - \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta\right]$$

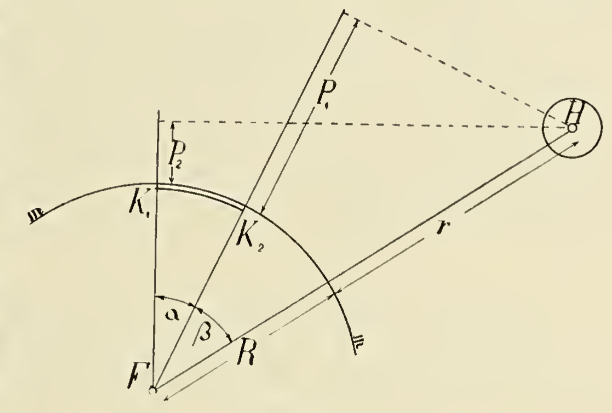
folgt. Für welche Zenithdistanz wird dieser Ausdruck ein Maximum? Die Frage löst sich, wenn $P_1 - P_2$ nach β differenzirt und der Quotient 0 gesetzt wird; da $(R+r)$ constant ist, kommt

$$-\sin\beta + \cos\alpha\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta = 0 \quad \text{oder} \quad \operatorname{tang}\beta = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}.$$

Beträgt α nahezu 1°, so wird $\beta = 89^\circ\, 30'$ und hiemit

$$P_1 - P_2 = 0{\cdot}01745\,(R+r).$$

Der grösste Unterschied der verticalen Mondentfernung beträgt also etwa $^1/_{60}$ der Entfernung der Mittelpunkte von Mond und Erde, so dass die Wirkung wol klein, aber noch immer nicht verschwindend ist. Die grössere Amplitude der oceanischen Gezeitenbewegung kommt bekanntlich auf dynamischem Wege zu Stande, denn die statische Denivellation bleibt auch dort stets gering. Von einem dynamischen Vorgange kann aber auf dem Plattensee keine Rede sein, und so muss man es aufgeben, zwischen Denivellationen von bedeutender Grösse und anderer, schon sicher nachgewiesenen Herkunft den Einfluss des Mondes nachweisen zu wollen.



Figur 51.

Andere, als die angeführten Denivellationsursachen lassen sich schwerlich beibringen, und unter diesen ist Wind und Druckänderung die ausgezeichnetste, wenn schon die übrigen einen geringen, doch stets versteckt bleibenden Einfluss ausüben mögen. Für den Plattensee dürfen als vollkommene Erklärung der unregelmässigen Denivellationen Wind und Luftdruckänderungen vollauf genügen. Die bleibenden Discordanzen erklären sich leichter durch die zeitlich und örtlich unstetige Beobachtung dieser Elemente, als durch andere, noch in das Bereich der Möglichkeit fallende Ursachen. Wäre die vollständige Verteilung der beiden Elemente bekannt, so wäre die Untersuchung der Bewegung des Wasserstandes ein zwar complicirtes, aber doch wenigstens im Principe vollkommen lösbares mechanisches Problem.

Und nun gehen wir zu den regelmässigen Schwingungen über, deren Verständniss jene der unregelmässigen Schwankungen schon voll voraussetzt.

VIII. ABSCHNITT.

Regelmässige Schwankungen.

Wird einem mit Wasser gefüllten Gefässe ein Stoss erteilt, so dass das Wasser die ursprüngliche Gleichgewichtslage verlässt, so sucht es die Ruhelage sogleich wieder auf, was jedoch in Folge der Kleinheit der inneren Reibung in durchaus nicht einfacher Weise vor sich geht. Die potentielle Energie der bewegten Wassermasse verwandelt sich im Momente des Durchschlagens durch die Ruhelage in eine ihr aequivalente kinetische Energie, die bewirkt, dass die Wassermasse auf die entgegengesetzte Seite der Ruhelage ausweicht. Aehnlich dem Pendel wird auch die Wassermasse in Schwingungen von stets abnehmender Amplitude zur Ruhe kommen, wenn sie in Folge der inneren Reibung, besonders aber der Reibung an den Gefässwänden bis zur Unmerklichkeit abgenommen haben. In Gefässen von complicirter Gestalt und unter dem Einflusse unregelmässiger Stösse wird auch die rythmische Bewegung keine einfache sein können, die sich mathematisch verfolgen liesse. Um also in die Geometrie und Mechanik ähnlicher Schwingungen doch Einblick zu erhalten, müssen einfache Verhältnisse vorausgesetzt werden. Es möge das Gefäss ein parallelepipedischer Trog von nach einer Seite hin unbegrenzter Länge sein, und von dieser Seite her möge ein Wellenberg (Fig. 52) anlaufen. Ist die Wassertiefe m, die Länge des fortschreitenden Wellenberges $2h$, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle ω, so besteht nach bekannten Gesetzen die Relation:

$$\omega = \sqrt{g m}.$$

Sowie die Welle an die Wand AB stosst, erleidet sie eine Reflexion, und eine Halbwelle von der doppelten früheren Wellenhöhe legt sich in dem Augenblicke an die Wand an, als der Culminationspunkt K des Wellenberges die Wand berührt. In diesem Momente möge der Trog durch die Wand CD genau am Endpunkte des Wellenberges, also in der Entfernung h von der Wand AB abgeschlossen werden. Dann wird die halbe Welle mit doppelter Höhe zwischen beiden Wänden hin und her oscilliren, wie es die Figur zeigt, indem der Wasserspiegel aus der Lage I—I zunächst in die Lage II—II, daraufhin in die Lage III—III gelangt, aus dieser durch II—II hindurch wieder nach I—I strebt und dieses Spiel wiederholt. Unter der vollen Periode einer solchen Schwingung verstehen wir die Zeit, welche verstreicht, während der Flüssigkeitsspiegel von I—I durch II—II nach III—III, von dort wieder durch II—II hindurch nach I—I gelangt. Diese Zeit ist natürlich ebenso lang, als ob der fortschreitende Wellenberg um die Länge $2h$ sich fortgepflanzt hätte. Nennt man diese Zeit also T, so ist

$$T\omega = 2h$$

woraus

$$T = \frac{2h}{\omega} = \frac{2h}{\sqrt{g m}} \quad \ldots\ldots \quad 1.)$$

Diese Formel ist natürlich nur dann richtig, wenn die Wellenhöhe gegenüber der Tiefe des Wassers verschwindend ist.

Ganz dasselbe Resultat erhält man, wenn man, wie es auch W. Thomson*) (Lord Kelvin) tat, die Merian'sche**) Formel unter Voraussetzung verschwindender Tiefe gegenüber der Troglänge in eine Reihe auflöst. Die ursprüngliche Formel lautet:

$$\frac{T}{2} = \sqrt{\frac{\pi h}{g}} \left\{ \frac{e^{\pi \frac{m}{h}} + e^{-\pi \frac{m}{h}}}{e^{\pi \frac{m}{h}} - e^{-\pi \frac{m}{h}}} \right\}^{1/2}$$

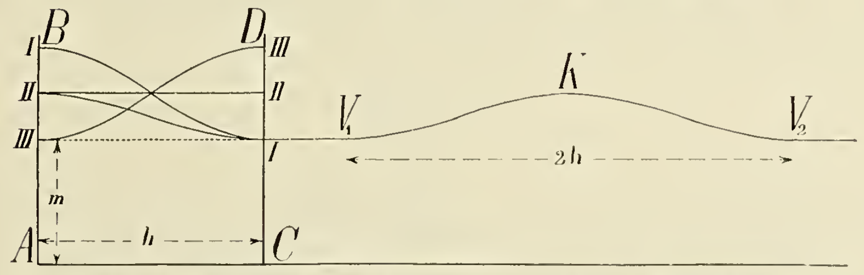
und ihre Reihenentwickelung bis zum zweiten Gliede:

$$\frac{T}{2} = \frac{h}{\sqrt{g m}} \left\{ 1 + \frac{1}{4} \left(\pi \frac{m}{h} \right)^2 \right\}$$

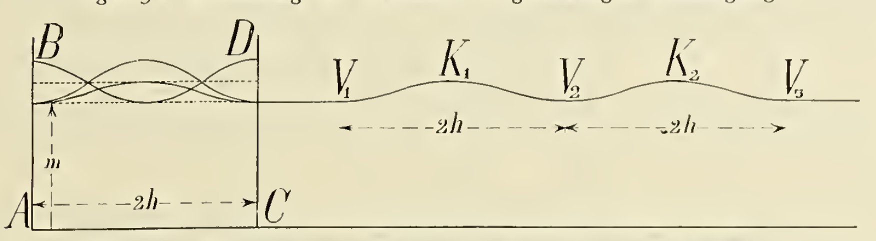
die bei verschwindendem $\frac{m}{h}$ in der Tat zu unserer obigen Gleichung

$$T = \frac{2h}{\sqrt{g m.}}$$

führt. Die volle Schwingungszeit ist also durch das Verhältniss der doppelten



Figur 52. Entstehung der uninodalen regelmässigen Schwingung.



Figur 53. Entstehung der binodalen regelmässigen Schwingung.

Troglänge und jener Geschwindigkeit gegeben, die ein durch die Hälfte der mittleren Wassertiefe freifallender Körper erlangt.

Nach der vorstehenden Ableitung kann also die regelmässige Schwankung als hin- und hergehende Oscillation einer fortschreitenden Welle zwischen zwei um die halbe Länge des fortschreitenden Wellenberges abstehenden Vertikalwänden betrachtet werden. In diesem Falle hat die Niveauschwankung in der Mitte des Troges, senkrecht auf die Fläche der Figur eine Knotenlinie, in der Wasserstandsschwankungen nicht auftreten können. — Denken wir uns nun, dass statt eines Wellenberges zwei Berge in der Gesammtlänge $4h$ nach einander anlaufen, und wird der Trog in dem Moment der vollen Zurückwerfung des ersten Berges nicht in der Entfernung h, sondern in der doppelten Entfernung $2h$ gesperrt, so entsteht

*) Forel: Le Léman. II. p. 78.

**) Dr. J. Rud. Merian: Ueber die Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten in Gefässen. Basel, 1828.

in dem Troge eine solche Bewegung, welche, wie in Fig. 53, zwei Knotenlinien aufweist, und natürlich bei der Troglänge $2h$ dieselbe Periode T besitzt. Lässt man aber diese Bewegung nur in einem Troge von der Länge h vor sich gehen, so muss diese durch zwei aufeinanderfolgende Wellen von der Länge h erklärt werden; die Schwingungsdauer dieser Bewegung ist dann natürlich nicht T, sondern $\frac{T}{2}$ und dieses ist die binodale regelmässige Schwankung.

Ganz analog können auch die mehrknotigen Schwingungen erklärt werden.

Alles dies gilt natürlich nur solange, als das Becken regelmässig gestaltet ist, da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle wesentlich von der Wassertiefe abhängig ist. Im Falle unregelmässiger Becken ist das Verfahren Du Boys'*) anzuwenden; ist nämlich das Wasserbecken unregelmässig gebaut, so ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle punktweise eine andere, indem

$$\omega = \frac{dx}{dt} = \sqrt{gm}$$

wird, wo nun m die mit v wechselnde Tiefe anzeigt. Hierauf folgt, wie früher

$$T = \frac{2}{\sqrt{g}} \int_0^h \frac{dx}{\sqrt{m}}$$

und die Integration kann stufenweise leicht ausgeführt werden, wenn man ein Längsprofil des Sees zur Hand hat, und die einzelnen Eckpunkte desselben als durch Gerade verbunden denkt (Fig. 54). Die Gleichung der Geraden zwischen dem n-ten und $n+1$-ten Eckpunkte ist

$$m = m_n + a(x - x_n),$$

wo a eine Konstante bedeutet. Die Einführung in das Integral ergiebt:

$$\int_{x_n}^{x_{n+1}} \frac{dx}{\sqrt{m_n + a(x - x_n)}} = \frac{2}{a}\left[\sqrt{m_n + a(x_{n+1} - x_n)} - \sqrt{m_n + a(x_n - x_n)}\right]$$

und da $$m_n + a(x_{n+1} - x_n) = m_{n+1} \quad . \; . \; . \; . \; \alpha)$$

ist, mit leicht verständlicherBezeichnung

$$t_{n,\, n+1} = \frac{2}{a}\left[\sqrt{m_{n+1}} - \sqrt{m_n}\right]$$

worin nach der Gl. α)

$$a = \frac{m_{n+1} - m_n}{x_{n+1} - x_n}$$

ist. Es kommt also

*) P. Du Boys: Essai théorique sur les seiches; Arch. Gén., T. XXV., 1891, p. 628.

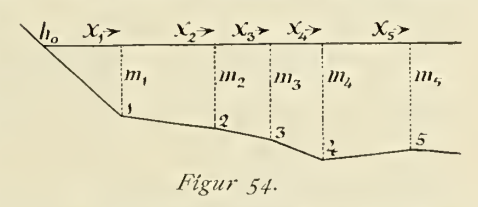
$$t_{n,\,n+1} = \frac{2(\sqrt{m_{n+1}} - \sqrt{m_n})}{m_{n+1} - m_n}\left(x_{n+1} - x_n\right) = \frac{2(x_{n+1} - x_n)}{\sqrt{m_{n+1}} + \sqrt{m_n}}$$

und durch Summation über das ganze Profil, das N Eckpunkte besitzen mag:

$$T = \frac{2}{\sqrt{g}} \sum_0^N \frac{2(x_{n+1} - x_n)}{\sqrt{m_{n+1}} + \sqrt{m_n}}$$

als Schwingungsdauer, die umso genauer wird, je grösser die Anzal der Eckpunkte ist. Sind alle Tiefen untereinander gleich, so kommt man auf die ursprüngliche einfache Gleichung. Sie hat den Vorteil, zugleich auch die Lage des Knotenpunktes zu ergeben. Ist man nämlich bei der Summation soweit gelangt, dass die Formel gerade die Hälfte der ganzen Periode T gibt, so zeigt das betreffende letzte x_n den Ort des Knotens an.

Hat man — um auf unsere ursprüngliche Annahme zurückzugreifen — dem parallelepipedischen Troge einen Stoss erteilt, so dass das Wasser an beiden Stirnflächen auf- und abgehende Bewegung erhält, in der Mitte aber in Ruhe bleibt, so werden in die Limnogramme auf derselben Seite der Knotenlinie gleichsinnige, auf verschiedenen Seiten des Knotens entgegengesetzt gerichtete Denivellationen verzeichnet, deren Grösse mit der Entfernung vom Knoten wächst. Im letzteren Falle entsprechen sich der Zeit nach in zwei Limnogrammen die Maxima und Minima des Wasserstandes; Limnographen in der Knotenlinie dagegen zeigen keine Bewegung an. Der Erfahrung nach kommen in Seebecken aber ausser der soeben geschilderten uninodalen Schwingung auch bi-, tri- und polynodale Schwingungen vor, bei welchen sich die Erscheinungen entsprechend gestalten.



Figur 54.

Die Periode der uninodalen Schwingung war für den angenommenen einfachen Fall:

$$T = \frac{2h}{\sqrt{gm}}$$

was soviel heisst, als dass der Wasserstand mit gleichgerichteter momentaner Geschwindigkeit nach der Zeit T dieselbe Höhe erreicht. Es ist dies zugleich die Abscissenlänge der Limnogramme für eine vollständige Welle von Maximum zu Maximum, oder überhaupt zwischen zwei Punkten derselben Phase.

Bei binodalen Schwingungen verzeichnen die Limnographen an beiden Enden des Sees gleichzeitige Hebung und Senkung, die volle Periode einer Schwingung ist, regelmässiges Becken vorausgesetzt, die Hälfte der Periode der uninodalen Schwingung, und daher auch die Abscissenlänge der Welle in den Limnogrammen $\frac{T}{2}$.

Endlich kann der Erfahrung gemäss die uninodale Schwingung gleichzeitig mit einer bi- oder polynodalen Schwingung auftreten, was in den Aufzeichnungen stets eine Superposition dieser zweiwellig genannten Bewegung zur Folge hat.

In allen drei Fällen kann die Knotenlinie senkrecht auf die Längs- oder Queraxe des Seebeckens fallen; dann fällt beziehentlich das Längsprofil der Welle

mit der Längsaxe und der Queraxe zusammen, und wir haben eine longitudinale oder eine transversale Seiche. Kommt die ursprüngliche Denivellation nach einer schiefen Linie als Knotenlinie zu Stande, so kann die entstehende regelmässige Schwingung in eine Longitudinal- und Transversalseiche zerlegt werden.

Für die Seicheelemente des Léman ergeben sich nach langen und anhaltenden Beobachtungen die folgenden Sätze:

1. Die Periode der uninodalen Längsseiche (seiche longitudinale uninodale) beträgt 73·5^m, und ihre Knotenlinie fällt aller Wahrscheinlichkeit nach zwischen Dully und Condrée, gerade dorthin, wo sich der See plötzlich zu dem sich bei Genève erstreckenden Petit-Lac verengert. Da die Seefläche auf der einen Seite der Knotenlinie (Petit Lac) viel kleiner ist, als auf der anderen (Haut Lac und Grand Lac), so fällt die Amplitude der Denivellation für jenen Teil stets grösser aus, als für diesen grösseren, und die Genfer Autzeichnungen ergeben grössere Curven, als jene von Chillon. Diese Seiches sind die schönsten bisher beobachteten Erscheinungen dieser Art; sie treten in herrlichen Reihen auf und behalten während dieser langen Zeit ihren regelmässigen Bewegungscharakter ungestört bei. Zwischen dem 26. März und 3. April 1891 folgten sich im Ganzen 148 Seiches, deren regelmässige Zeichnung staunenerregend wirkt;*) selbst kleinere regelmässige und aperiodische Erschütterungen können den majestätischen Gang dieser Bewegungen nicht verwischen.

2. Die Periode der binodalen Längsseiches (seiche longitudinale binodale) ist 35·5^m, also 1·2^m kürzer, als die Hälfte der einknotigen Längsschwingung. Diese Discordanz gegenüber der Theorie für regelmässige Seebecken hängt nicht von Beobachtungsfehlern ab, da nicht anzunehmen ist, dass solche in einer so langen Beobachtungsreihe steckten. Der Unterschied zeigt sich aber auch in den Limnogrammen, wenn beide Seiches zugleich auftreten, und zweiwellige (seiche dicrote) Bewegung hervorbringen. Die entsprechenden Phasen der binodalen Seiche bleiben dann stets hinter jenen der uninodalen zurück, so dass die Superposition ziemlich verwickelt wird. Der Unterschied ist also ein in der Tat bestehender, obwol seine Ursache noch nicht genügend bekannt ist. Am wahrscheinlichsten ist, dass die selbstständige uninodale Längsseiche des Grand Lac, deren Periode etwa 35^m ist, der regelmässigen Entwickelung der binodalen Längsschwingung hinderlich im Wege steht. Sobald der See die der letzteren Seiche günstige Denivellation angenommen hat, entsteht sogleich die Sonderseiche im Grand Lac, die in ihrem Uebergewichte auch die Bewegung des Petit Lac drückt.**)

Die westliche Knotenlinie dieser Seiche liegt zwischen Coppet und Hermance, die östliche zwischen Pully und Tourronde; ihr Bauch fällt natürlich auf die Knotenlinie der uninodalen Schwingung, also zwischen Dully und Condrée. Ihre Amplitude ist im Allgemeinen kleiner, als jene der uninodalen Seiche, am grössten wieder vor Genève, doch immerhin beträchtlich auch im mittleren Bauche.

3. Am häufigsten kommen zweiwellige Längsseiches (seiches longitudinales dicrotes) vor, und es geschieht selten, dass die Wellenzüge der uninodalen Seiche ohne wenigstens eine geringfügige binodale Seiche auftreten. Wegen dem geringen Unterschiede in der Periode beider Bewegungen, wird die Periode der Resultante

---

*) Forel: Le Léman, T. II, p. 112.

*) Du Boys: Essai theorique sur les seiches; Arch. Gèn., 1891, T. XXV., p. 648.

ungeheuer lang. Der Unterschied von $1{\cdot}2^m$ ist etwa 30mal in der Periode der binodalen Schwingung enthalten, und dem zufolge kehren erst nach 30 binodalen Schwingungen, d. h. $30 \times 35{\cdot}5^m = 17^h\ 45^m$ dieselben Bewegungszustände zurück. In der Tat ist aber die Periode noch viel länger, da das Verhältniss 1 : 30 nicht genau ist. Hiebei bleibt natürlich kein Punkt der Seeoberfläche in Ruhe, da die Knotenlinien der Componentenschwingungen auf durch die andere Schwingung bewegte Oberflächenteile fallen. Fallen die Maximalausweichungen beider Schwingungen für ein Seeende zusammen, so erhält man die grössten relativen Denivellationen welche von den Limnographen verzeichnet werden.

Die einzelnen Phasen der zweiwelligen Bewegungen werden schematisch in Fig. 55 dargestellt. Sind beide Wellen in *A* bei der ersten Lage in ihrer grössten Elongation, dann entsteht auf der Seite *B* ein secundäres Maximum; geht in der Lage II die einknotige Schwingung gerade durch die Ruhelage, so ist die Ausweichung der binodalen Bewegung Maximum, jedoch von entgegengesetztem Sinne u. s. f. Das theoretische Limnogramm ist in Fig. 56, die tatsächliche Aufzeichnung einer zweiwelligen Bewegung zu Genève in Fig. 57 veranschaulicht. Die erstere Aufzeichnung rührt von einem im Punkte *A* der Fig. 55 aufgestellten Limnographen her; die beigeschriebenen römischen Zalen beziehen sich auf die in jener Figur verzeichneten Phasen.

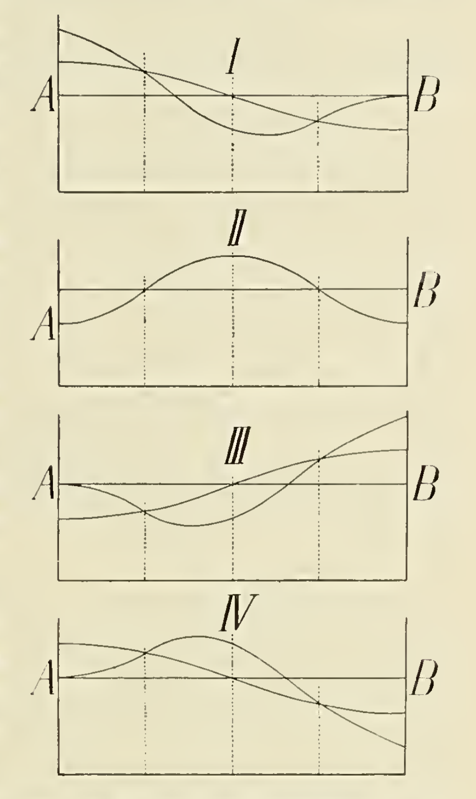


Fig. 55. Phasen der zweiwelligen regelmässigen Bewegungen.

4. Die uninodale Transversalseiche zwischen Morges und Evian hat eine Periode von $10{\cdot}3^m$, ist aber noch nicht zur Genüge untersucht.

5. Die binodale Transversalseiche zwischen denselben Punkten besitzt eine Periode, die wieder nicht genau die Hälfte der früheren ist; sie ist in den Limnogrammen sehr häufig zu sehen.

6. Eine zweiwellige Transversalseiche zwischen denselben Punkten als Superposition der beschriebenen zwei einfachen Seiches.

7. Zwischen Thonon und Rolle beobachtet man eine Seiche mit 7^m Periode, die der Gleichung der Transversalseiches nicht genügt, und über deren Ursache wir im Unklaren sind; dasselbe gilt

8. von den in Genève verzeichneten Schwankungen mit 7^m und 20^m Periode, deren Herkunft ebenfalls unsicher ist.

Ausser diesen, durch die Untersuchungen von Forel, Plantamour, Sarasin und Anderer classisch gewordenen Seiches, beobachtet man ähnliche Bewegungen auch auf anderen Seen, ja sogar in abgeschlossenen Meeresräumen, die im Allgemeinen der Periodengleichung stehender Schwingungen gut entsprechen. Die hauptsächlichsten sind:

1. Die Bewegungen des Bodensees, die durch den Verein für die Seeforschung und Forel's Arbeiten*) ebenfalls genügend bekannt sind.

a) Die Periode der uninodalen Längsschwingung beträgt 55·8^m, ihre Amplitude im Allgemeinen wenige Centimeter; die Knotenlinie liegt zwischen Meersburg und Immenstaad.

b) Die binodale Längsseiche entwickelt sich nicht so schön, wie die vorangehende, die Schwingungsdauer ist 28^m.

c) In Konstanz wurden Schwingungen von 15^m, in Kichberg von 4^m und 39^m beobachtet, die noch nicht gehörig erklärt sind; die Schwingung von 4^m dürfte eine binodale Transversalseiche sein.

2. Die Schwankungen des Züricher Sees wurden 1886 von Sarasin erforscht; trotzdem aber die Tiefe des Sees über 200 m. beträgt, sind die Schwankungen nicht so schön, wie in Genève, was der Einschnürung und der Bodenschwelle vor Rapperswyl zugeschrieben werden darf. Die Periode der uni- und binodalen Längsseiche beträgt beziehentlich 45·6 und 23·8^m.**)

Sehr interessant sind die auf dem Neuchateler See gewonnenen Resultate.***) Da die Abweichungen zwischen der Periode der binodalen und der halben uninodalen Schwingung im Léman, dem Boden- und Züricher See stets auf die Zweiteilung dieser Seen in ein kleineres und grösseres Becken zurückgeführt wurde, suchte Sarasin einen See von möglichst regelmässiger Gestalt. Obwol nun der Neuchateler See wie kein anderer entspricht, sind doch seine Schwankungen in Bezug auf Regelmässigkeit und Erkennbarkeit mit jenen des Léman's gar nicht zu vergleichen. Der am Südwestende des Sees bei Yverdon aufgestellte Limnograph entsprach den Erwartungen durchaus nicht, die Aufzeichnungen sind compliziert, haben eine Maximalamplitude von 11 cm. und ergeben als Periode der uninodalen Längsschwingung etwa 50^m. Die binodale Schwingung mit einer Dauer von 25^m entwickelt sich viel seltener, und ausserdem zeigte sich eine Schwankung mit 40^m.

Ein später in Neuchatel aufgestellter Limnograph ergab auch jetzt keine besseren Resultate; die Curvenzüge sind nicht nur nicht regelmässiger, sondern noch unbestimmter, und mitunter erscheint Tage hindurch nur eine gerade horizontale Linie. Sarasin glaubt diese auffallende Erscheinung der Einwirkung eines in der Mitte des Sees stehenden unterseeischen Hügels zuschreiben zu sollen. Ueber diesem Hügel ist das Wasser in einer Ausdehnung von 5—6 Km. längs der Longitudinalaxe des Sees nicht tiefer als 8 m., so dass zwei Längsbecken angenommen werden können. In dem nordwestlichen beträgt die Tiefe 140—150 m., der Boden des südöstlichen Beckens ist noch mehr gehoben und terrassenförmig. Möglicherweise kommen in jedem Teilbecken besondere Längsschwingungen zu Stande, die sich überlagern, und zudem fällt, wie Dufour bemerkt, die Längsaxe des Sees vollkommen mit der Zugstrasse der Winde und der Depressionen zusammen, was die Complication nur noch erhöht.

4. In dem Georgesee in Australien stellte der bekannte Sidneyer Astronom

*) Forel: Die Schwankungen des Bodensees, übersetzt von Eb. Graf Zeppelin; XXII. Heft d. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung.

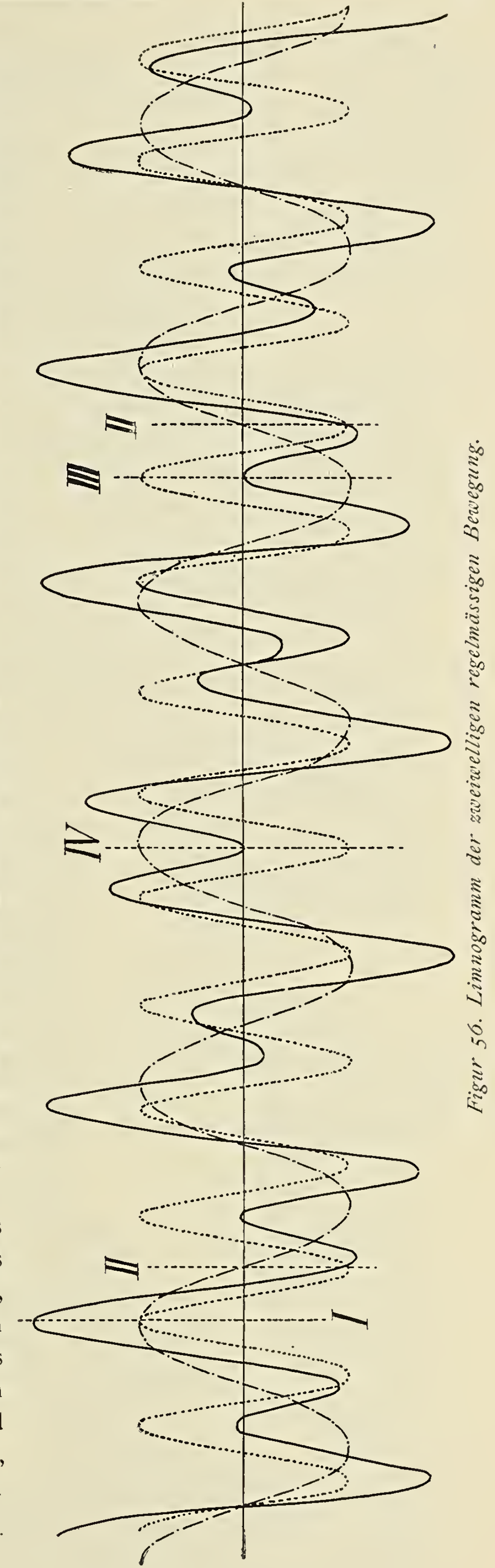
**) Ed. Sarasin: Tracès limnographiques du lac de Zürich; Arch. Gen., T. XVI., 1886, p. 210.

***) Ed. Sarasin: Les seiches du lac de Neuchatel; Arch. Gen., T. XXVIII., 1892, p. 356.

Russel*) Beobachtungen an. Er liegt in der Provinz Murray von N.-South-Wales etwa 200 Km. südwestlich von Sidney unter — 35° Breite und 149° 30′ *E* Länge von Greenwich, ist 29 Km. lang und durchschnittlich 5—6 m. tief. Es finden sich darauf Schwingungen von 131^m und 72^m Dauer, die nach unserer Formel der uninodalen und binodalen Schwingung entsprechen, aber auch nicht im genauen Verhältnisse von 2 : 1 geben. Die erstere Schwingung mit der Periode von 2^h 11^m ist bisher die längste beobachtete Schwingungsdauer einer einfachen periodischen Seiche. Die Schwankungen entwickeln sich aber bei der Seichtheit des Wassers nicht in langen Reihen, und auch die Amplitude ist der auf dem Léman beobachteten gegenüber klein.

5. An der Nordostseite von Griechenland erstreckt sich die Insel Euboea oder Negroponte. In dem engen Kanale zwischen der Insel und dem Festlande erkennt man drei leicht unterscheidbare Becken (Fig. 58). Von Norden her biegt der Kanal Oreos ein und wendet sich mit scharfer Biegung in das erste Becken, das Euripus von Talant genannt wird. Dieses Becken communicirt nur durch eine sehr schmale, bei der Stadt Chalkis oder Euripo überbrückte Meerenge mit dem zweiten Becken, dem Euripus von Chalkis, das bedeutend kleiner ist. Das dritte Becken, der Euripus von Erithrea ist das südlichste und steht mit dem Busen von Petale in Verbindung.

In der Enge von Chalkis besitzt das Meer eine so bedeutende, allerdings nicht immer gleichger ichtete Strömung, dass ein Mühlenbetrieb aufrecht erhalten werden kann. Sind die Gezeiten des Mittelländischen Meeres gross, also in den Syzygien, so ändert die Strömung während eines Mondtages ihre Richtung viermal,



Figur 56. Limnogramm der zweiwelligen regelmässigen Bewegung.

*) H. C. Russel: Anniversary adress, R. Soc. of N.-South-Wales. 6. May, 1885, p. 13.

je nachdem die Springfluten des Aegäischen Meeres durch den Oreoskanal in den Euripus hineindringen, oder sich von dort zurückziehen. Zur Zeit der Quadraturen jedoch werden die Strömungen ausserordentlich, denn 11—14mal wechseln sie während eines Tages ihre Richtung. Die Erscheinung, die schon im Altertume die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hatte und den Scharfsinn vieler Forscher herausforderte, konnte erst von Forel erklärt werden, der in ihr eine uninodale Seiche des Euripus von Talant erblickte. Auch die auf die Dimension des Beckens gegründeten Rechnungen ergeben eine Schwingungsperiode zwischen 1^h 26^m und 2^h 2^m, so dass täglich 11·8—16·6 volle Schwingungen zu Stande kommen, was mit der Anzal der täglich beobachteten Flutwechsel gut übereinstimmt. Viel schwerer erklären sich jene periodischen Schwingungen, die im südlichen Hafen von Chalkis auftreten, und ununterbrochen täglich 16—20 Wellen liefern. Es sind dies wahrscheinlich die gemeinsamen Schwankungen des Euripus von Erithrea und Chalkis, die die unter der Brücke hindurchdrängende Gezeitenströmung zum grossen Teile verdecken. Die Frage dürfte jedoch nicht ganz so einfach sein, da sie auch Streit veranlasste, den zu besprechen jedoch nicht unsere Aufgabe sein kann. Siehe hierüber Krümmel's vortreffliche Abhandlung.*)

6. Regelmässige Schwingungen fand Airy bei der Insel Malta mit einer Dauer von etwa 21^m, Aimé in dem Hafen von Algier mit einer Periode von $1—3^m$, und wieder Airy an dem Pegel von Bristol und Swansea mit einer Dauer von $7—10^m$. Alle diese Schwingungen sind aber noch wenig untersucht und auch ihre Ursache ist noch nicht aufgeklärt.

7. Stahlberger**) teilt eine von dem Fiumaner Marcographen am 1. November 1870 verzeichnete Figur mit. Dieselbe weist acht Wellen auf, deren sechs ersten fast genau dieselbe Periode von 140^m aufweisen. Berechnet man die Schwingungsdauer mit der mitgeteilten Formel, die mittlere Tiefe des Adriatischen Meeres zwischen Ancona und den dalmatischen Inseln zu 75 m. angenommen, so ergibt sich

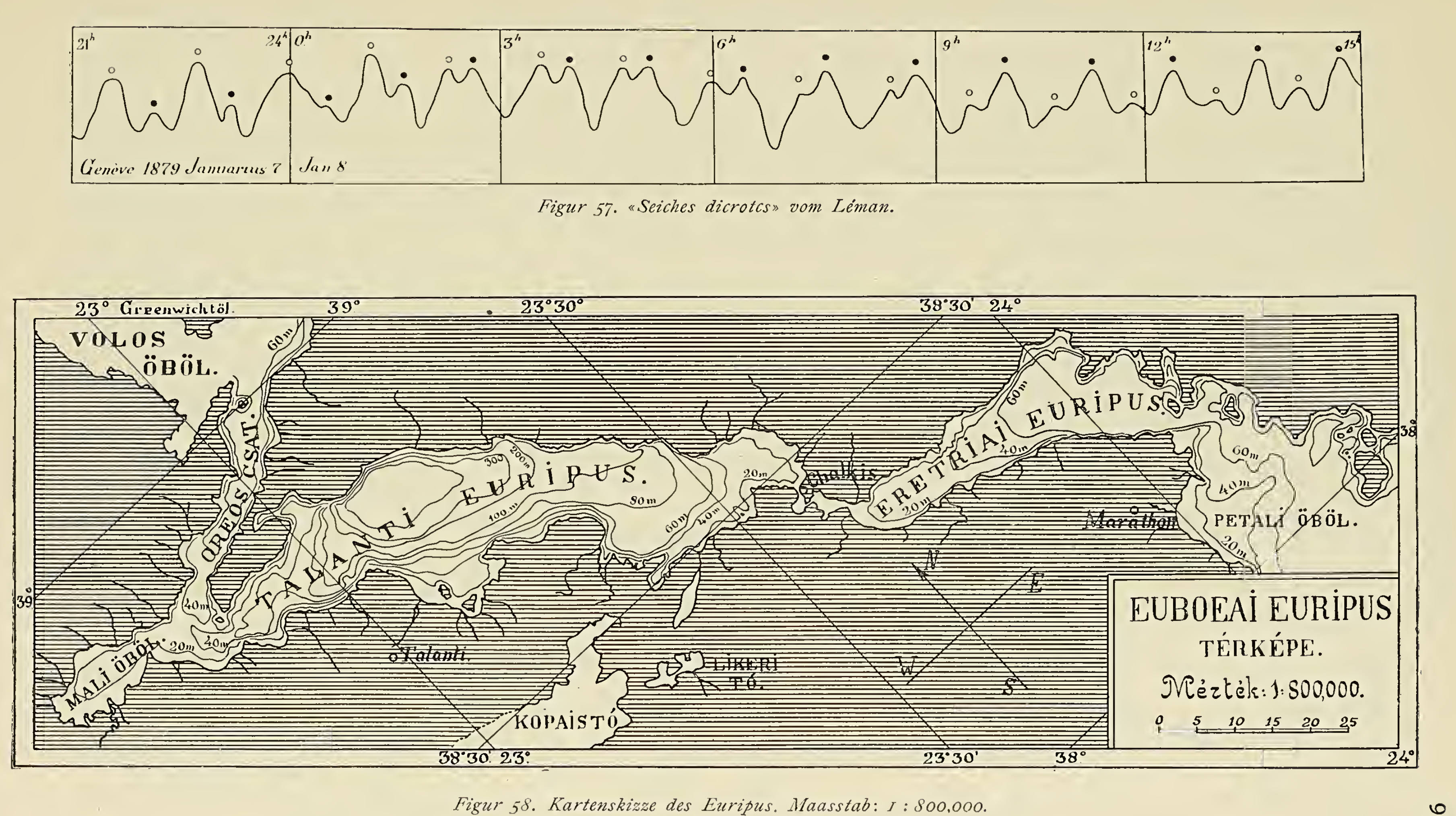
$$8400^{\text{sec}} = \frac{2\,.\,h^{\text{m}}}{\sqrt{g\,.\,75^{\text{m}}}}$$

woraus $h = 114$ Km. folgt. Die Breite der Adria zwischen Ancona und den dalmatischen Inseln beträgt etwa 120—125 Km., was mit dem aus der Formel erhaltenen Resultate ziemlich übereinstimmt. Es dürfte daher wahrscheinlich sein, dass die oben erwähnte Zeichnung einer Querseiche der Adria entspricht.

---

*) Dr. O. Krümmel: Zum Problem des Euripus; Petermann's Mitth., 1888, p. 331. Ferner — Forel: Le Léman, T. II., p. 263. — Miaulis: Περὶ τῆς παλλιρροίας τοῦ Εὐρίπου. Athen, 1882.

**) Stahlberger: Ebbe und Flut in der Rhede von Fiume. Budapest, 1874. I. Tafel, Fig. 3.

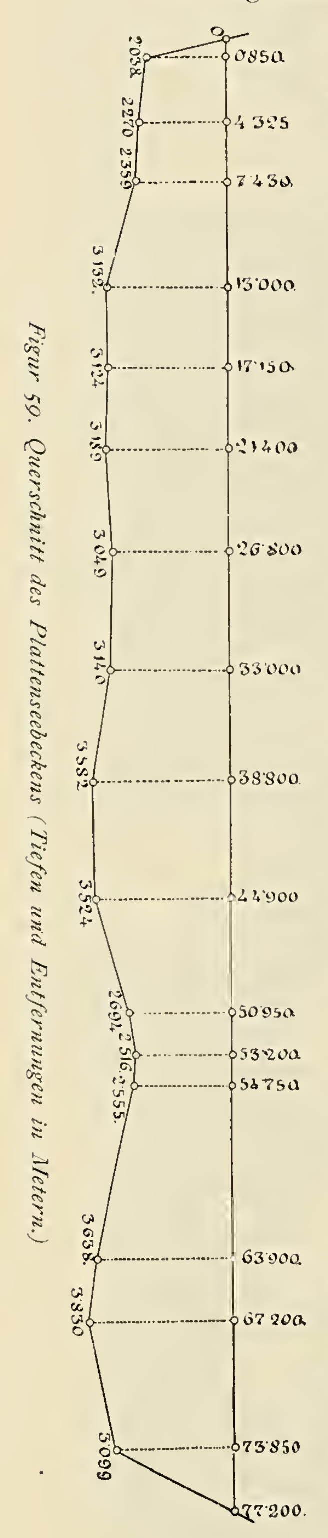


Figur 57. «Seiches dicrotcs» vom Léman.

Figur 58. Kartenskizze des Euripus. Maasstab: 1 : 800,000.

IX. ABSCHNITT.

Die regelmässigen Schwankungen des Plattensees.



Figur 59. Querschnitt des Plattenseebeckens (Tiefen und Entfernungen in Metern.)

Da die Gestalt und die Tiefenverhältnisse des Plattensees genau bekannt sind, lässt sich schon im Vorhinein ermessen, wie die regelmässigen Schwingungen dieses Sees beschaffen sein mögen. Die Gestalt ist ziemlich regelmässig, die Tiefe gleichmässig, die Schwankungen müssen daher in leicht kenntlichen Reihen auftreten, und ihre Periode muss sehr gross werden, da die Tiete gegenüber der Längsausdehnung sehr klein ist. In der Tat ist die Schwingungsdauer grösser als die irgend einer bisher bekannten Seiche.

Nur ein einziger störender Umstand ist vorhanden, indem nämlich die Einschnürung zwischen Tihany und Szántód nicht an die Stelle des Knotens der uninodalen Seiche fällt, nämlich in die Mitte des Beckens, sondern in das östliche Drittel zu liegen kommt. Die Ausdehnung des Sees in der wahrscheinlichen Seicheaxe beträgt 77·2Km., ist aber nicht gerade, sondern ein nach Norden concaver flacher Bogen. Da die mittlere Tiefe des östlichen oder Untern Plattensees grösser ist, als jene des westlichen Beckens, oder des Oberen Sees, so kann die Knotenlinie nicht genau in der Mitte des Sees liegen, sondern muss sich etwas nach Osten verschieben. Die Enge von Tihany liegt von dem westlichen Ende um 53 Km. ab, und enthält eine relativ sehr tiefe Stelle, den Brunnen (Maximaltiefe von 11 m.), ist der mittleren Tiefe nach aber nichtsdestoweniger seichter als andere Querprofile des Beckens, so dass sie nicht nur bei der horizontalen Ausbreitung der Schwingungen als Hinderniss wirkt, sondern auch eine wahre Bodenschwelle darstellt, was tür die weitere Untersuchung bedeutsam ist.

Das schematische Längsprofil des Beckens ist auf der Fig. 59 dargestellt. Im Westen erblickt man die Bucht von Keszthely, den seichtesten Teil des Sees; hierauf folgt die Bucht von Szigliget, ein tieferes Becken, das von dem niederen Rücken zwischen Boglár und Révfülöp begrenzt wird. Sodann folgt weiter östlich ein noch tieferes Becken von 3·5 m. Mitteltiefe, das bis Tihany hinzieht, und dessen dammartige Ueberbrückung auch in der Figur des Längsprofils leicht wahrehmbar ist. Der Untersee östlich von Tihany bildet ein einheitliches Becken mit der mittleren Tiefe von 3·6 m. Es enthält zugleich, abgesehen von der ausnahmsweisen Tiefe in der Tihanyer

Enge, die tiefste Stelle des Beckens 4·50 m. Die Tiefe ist also absolut genommen, wenig veränderlich, doch sind die Veränderungen percentisch genommen ein nicht unbeträchtlicher Bruchteil der mittleren Tiefe, die in den Formeln nicht unberücksichtigt bleiben dürfen.

Vor Allem mögen die uninodalen Längsseiches berechnet werden; die Grundlage bildet die schon abgeleitete Formel

$$T = \frac{2}{\sqrt{g}} \sum_{0}^{N} \frac{2(x_{n+1} - x_n)}{\sqrt{m_{n+1}} + \sqrt{m_n}}$$

wo wie früher x_n die horizontale Entfernung jenes Punktes bedeutet, dessen Tiefe m_n ist. In tabellarischer Form geht die Rechnung rasch und sicher von statten, wie es die folgende Tabelle zur Genüge zeigt.

Entfernung d. Schnitte $(x_{n+1} - x_n)$ m.	Mitteltiefe der Schnitte m_n m.	$\sqrt{m_n} + \sqrt{m_{n+1}}$ m.	$\frac{2(x_{n+1} - x_n)}{\sqrt{m_n} + \sqrt{m_{n+1}}}$	Teilsummen m.	Benennung der Abschnitte $(x_n + 1)$
850	0	1·428	1190·5	1190·5	
3475	2·038	2·934	2368·7	3559·2	Keszthely—Fenék
3105	2·270	3·042	2041·4	5600·6	Szt.-Kereszt - Szt.-György
5570	2·359	3·306	3369·7	8970·3	Meszes Györök—Bokros hegy
4150	3·132	3.537	2346·6	11316·9	Világos patak—Keresztúri üszőhálás
4250	3·124	3·553	2392·3	13709·2	Szigliget (Szt.-Háromság)—Fonyód Ausweichstelle
5400	3·189	3·532	3057·7	16766·9	Badacsony kikötő—Fonyód Wächterhaus
6200	3·049	3·518	3524·7	20291·6	Burnóti patak—Ordaberek
5800	3·140	3·665	3165·1	23456·7	Csuk—Boglári berek
6100	3·582	3·770	3770·0	27226·7	Vérkút—Csillag puszta
6050	3·524	3·518	3518·0	30744·7	Akali Sóshegy—Szárszó
2250	2·694	3·227	3227·0	33971·7	Aszófő—Földvár—Szántód
1550	2·516	3·184	3184·0	37155·7	Tihany-Fährte—Szántód-Fährte
9150	2·555	3·505	3505·0	40660·7	Füred Dorf—Zamárdi kőhegy
3300	3·638	3·864	3860·0	44520·7	Alsó-Örs—Siófok
6650	3·830	3·717	3717·0	48237·7	Kőcsi tó—Madarasi tó
3350	3·099	1·760	1760·0	49997·7	Füzfő—Gamásza

Durch Einsetzung der letzten Summe in unsere Formel erhält man $T = 31926{\cdot}4^s = 8^h\ 52^m$, und dieses wäre die Periode der uninodalen Längsseiche, wenn keine störenden Umstände vorhanden wären. Die Knotenlinie müsste in diesem Falle zwischen den Abschnitten Vérkut—Csillagpuszta und Akali Sóshegy—Szárszó etwa in der Mitte hindurchgehen, da die entsprechenden Teilsummen 23456·7 und 27226·7 beziehentlich kleiner und grösser sind, als die Hälfte der Endsumme.

Diese Knotenlinie liegt ziemlich nahe zur Szántóder Einschnürung, so dass man versucht ist anzunehmen, die Enge und ihre Schwelle selbst könnten die Knotenlinie bilden, da es ja ohnehin wahrscheinlich ist, dass jede plötzliche und bedeutende Veränderung des Querprofils etwa so wirkt, wie der einer schwingenden Saite aufgesetzte Finger, unter dem ein Knotenpunkt zu Stande kommt. Wenn man unter dieser Annahme die Periode der Longitudinalschwingung doppelt so lang nimmt, als die Schwingungszeit in der Strecke Keszthely—Tihany, so kommt

$$\sum_0^N \frac{2(x_{n+1} - x_n)}{\sqrt{m_{n+1}} - \sqrt{m_n}} = 33971{\cdot}7 \text{ und daher } T = 21693{\cdot}0 \text{ sec} = 6^h\, 1^m,$$

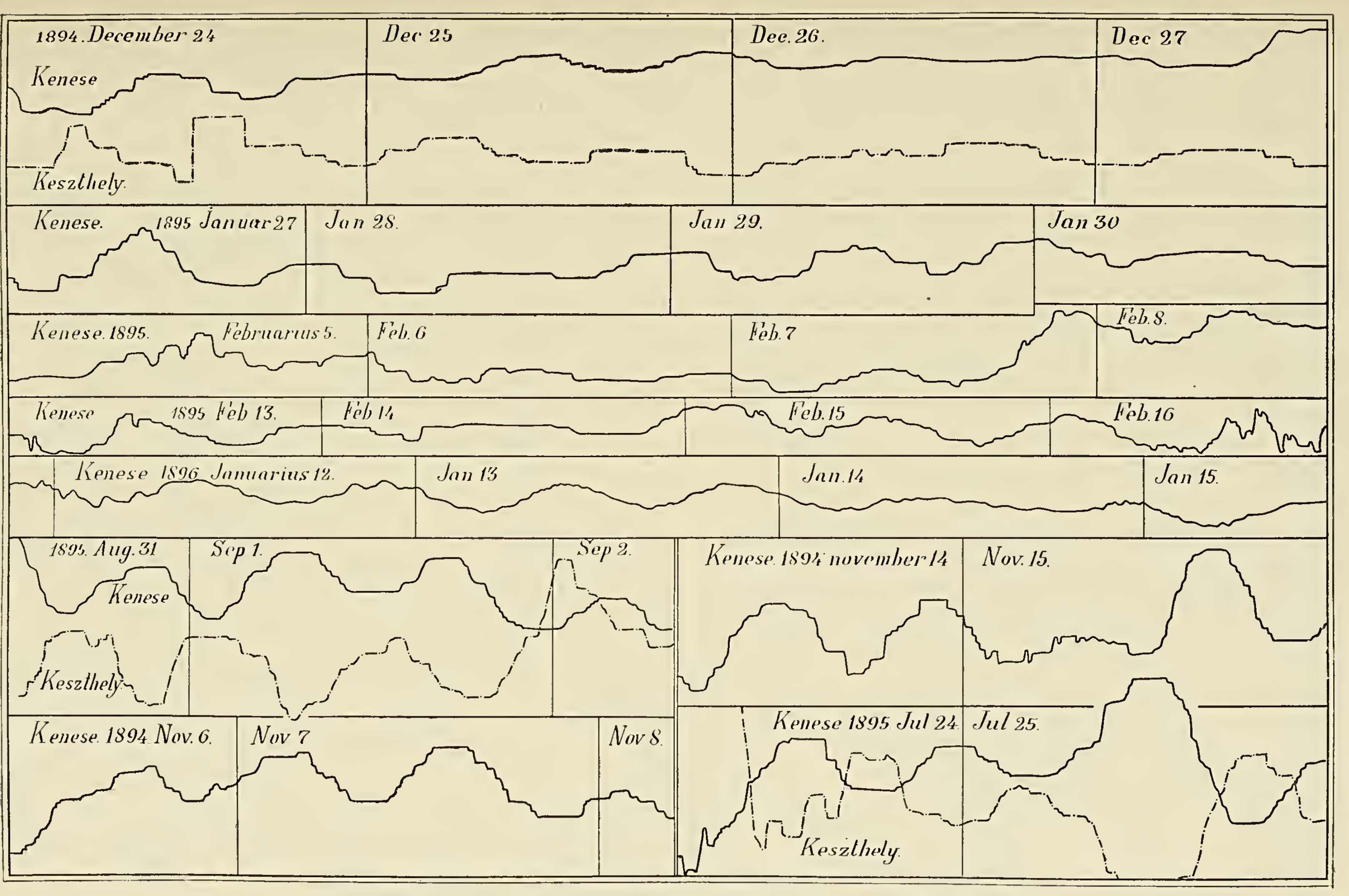
so dass die ganze Schwingungsdauer $12^h\ 2^m$ lang wird.

Die Untersuchung der Limnogramme lässt die 10—12stündigen Schwingungen bald erkennen, die sich in Kenese trotz der ungewöhnlich langen Periode so prächtig entwickeln. Die Dauer der Periode ist aber sehr veränderlich, da sie vom Wasserstande abhängt und eine Aenderung von einigen Decimetern bei der geringen Tiefe des Sees schon bedeutend viel ausmacht. Ausserdem sind aber diese Seiches mit so vielen anderen Bewegungen untermischt, dass es sehr schwer hält, ihre Periode genau abzumessen. Aus den gemessenen Reihen ergeben sich folgende Werte:

1892. September	1—4.	6	Wellen	à	$11^h\ 36^m$	Schwingungsdauer.
» »	5—8.	6	»	à	$11^h\ 54^m$	»
» »	27—30.	9	»	à	$11^h\ 48^m$	»
1894. November	6—8.	6	»	à	$10^h\ 34^m$	»
» »	24—26.	6	»	à	12^h —	»
» December	24—27.	6	»	à	$12^h\ 28^m$	»
1895. Januar	13—14.	3	»	à	$11^h\ 34^m$	»
» »	25—31.	11	»	à	12^h —	»
» Februar	5—8.	7	»	à	$11^h\ 30^m$	»
» »	11—16.	11	»	à	12^h —	»
» April	21—23.	4	»	à	$10^h\ 45^m$	»
» Mai	22—23.	2	»	à	$9^h\ 37^m$	»
» August	15—18.	8	»	à	$10^h\ 1^m$	»
» »	28—31.	5	»	à	$9^h\ 55^m$	»
» »	31—3.	5	»	à	$10^h\ 32^m$	»
» September	5—6.	3	»	à	$12^h\ 3^m$	»
1896. Januar	12—15.	7	»	à	$12^h\ 19^m$	»

Bei der nicht unbeträchtlichen Discordanz der einzelnen Zalen scheint es nicht angemessen, Mittelwerte aus denselben zu ziehen; ja das wäre nicht einmal richtig, da sich z. B. im Sommer 1895 der ausnahmsweise hohe Wasserstand des Sees in der bedeutend kürzeren Schwingungsperiode klar wiederspiegelt. Beträgt doch der mittlere Unterschied der 1895 gemessenen Wasserstände etwa 10 Procente der ganzen Mitteltiefe.

Diese Zalen sind die Mittel der einzelnen Reihen, deren Glieder untereinander wenig abweichende Resultate geben; in keinem Falle übersteigt der Unterschied eine Stunde, während die verschiedenen Reihen bedeutend grössere Unterschiede ergeben.



Figur 60. Diagramme der uninodalen Längsschwingungen des Plattensees.

Aehnliche, wenn schon dem absoluten Betrage nach kleiner scheinende Discordanzen kommen auch in den einzelnen Wellen einer anderwärts beobachteten Seichereihe vor. Forel*) teilt die Perioden der einzelnen Glieder einer prachtvollen Seichesreihe mit; sie betragen in Minuten ausgedrückt

78, 71, 78, 75, 67, 78, 73, 74, 68, 77, 69,

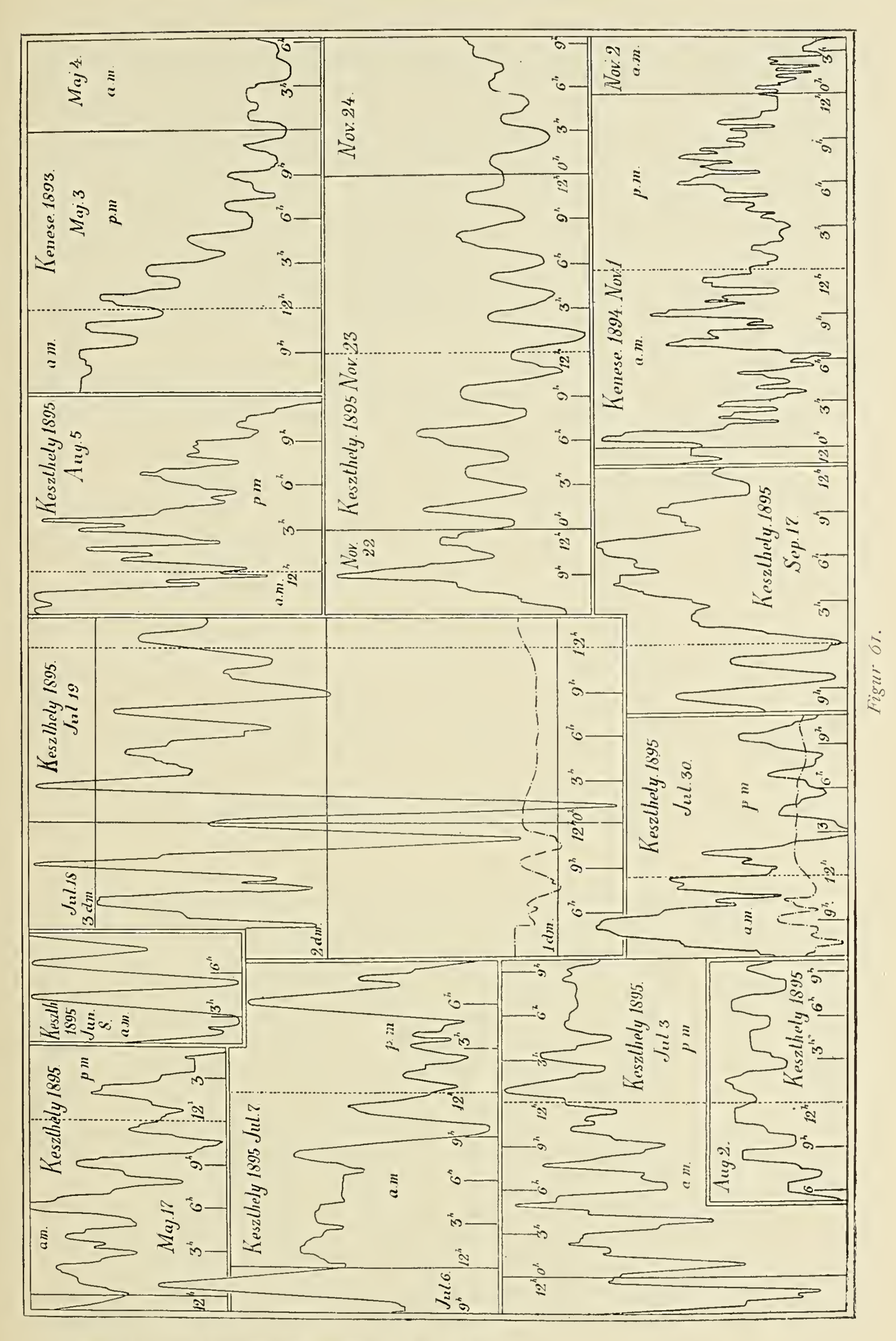
und der grösste Unterschied von 10^m ist etwa $^1/_7$ des mittleren Wertes von 73^m, während in unserer Reihe der grösste Unterschied von $1^h\,56^m$ etwa $^1/_6$ des mittleren Periodenwertes ausmacht.

Fig. 60 bringt einige besser gelungene halbtägige Schwankungen zur Ansicht. Die älteren Diagramme sind infolge Unvollkommenheit der früher angewandten Apparate etwas schwach verzeichnet, doch lässt z. B. die Curve vom 12. Januar 1896 an Feinheit kaum etwas zu wünschen übrig. Diese Schwankungen erscheinen in Kenese viel häufiger und mit grösserer Amplitude als in Keszthely, was auf denselben Unterschied der beiden Seeenden zurückzuführen ist, der auch auf dem Léman besteht. Die Knotenlinie steht um ein Gutes näher zu Kenese, als zu Keszthely, wodurch die regelmässige Schwankung asymmetrisch wird und in Kenese eine grössere Amplitude erzeugt, als in Keszthely. Auch in Genève verzeichnet der Limnograph eine 4—5mal grössere Wellenhöhe derselben regelmässigen Schwankung, als der am östlichen Seeende bei Vevey (la Tour de Peilz) aufgestellte Limnograph. Genève liegt bedeutend näher an die Knotenlinie, als Vevey, da diese in der plötzlichen Einschnürung des Sees zu suchen ist, wo derselbe in das Becken des Petit-Lac übergeht.

Eine ähnliche Ursache mag auch auf dem Plattensee wirken, wie dies aus den Limnogrammen von Kenese ersichtlich ist, doch sind auch noch andere Ursachen vorhanden. Am Keneseer Ende des Balaton treten selten regelmässige Schwankungen von mittlerer Dauer auf, während, wie später gezeigt werden soll, diese gerade in Keszthely häufig sind. Diese Schwankungen von kürzeren Perioden verdecken viele grosse Wellen, während in Kenese die Registrirung der 12stündigen Seiche in voller Ruhe vor sich geht. Endlich aber kommen in den Keszthelyer Limnogrammen diese Wellen schon dessenthalben seltener vor, weil der Schwimmer des hier aufgestellten Limnographs viel früher einfriert, als in Kenese.

Es ist nämlich interessant zu bemerken, dass sich die halbtägigen Seiches dann am schönsten entwickeln, wenn die Oberfläche des Sees schon von einer dünnen Eisrinde bedeckt wird. Auch die Fig. 60 erhärtet, dass die schönsten Zeichnungen alle auf Dezember, Januar und Februar entfallen. Die Amplitude der Sommerschwankungen ist zwar bedeutend grösser, aber ihr Gang bei weitem nicht so regelmässig, indem er durch viele andere kleine Erzitterungen gehemmt ist. Die Oberfläche des Sees ist gegen jede denivellirende Wirkung äusserst empfindlich, und daher erleiden die regelmässigen Schwankungen langer Periode nur bei ausserordentlich ruhigem Wetter, bei völliger Abwesenheit von Wind und heftigen Luftdruckschwankungen keine Störung durch unregelmässige Denivellationen. Ganz anders liegen aber die Verhältnisse, wenn der Wasserspiegel durch eine mehr oder minder elastische oder doch biegsame Decke, einer Eiskruste geschützt ist. Sodann ist die ausgiebigste störende Ursache, der Wind ausgeschlossen, wenn er

*) Forel: Le Léman: T. II, p. 120.


Kenese 1893. Maj 3 p.m
Maj 4. a.m.
Nov. 24.
Keszthely 1895 Nov. 23
Nov. 22
Kenese 1894. Nov. 1 a.m.
Nov. 2 a.m.
Keszthely 1895 Aug. 5
Keszthely 1895 Sep. 17
Keszthely 1895. Jul 19
Jul. 18
Keszthely 1895 Jul. 30.
Keszthely 1895 Jul. 7
Keszthely 1895 Maj 17
Keszthely 1895. Jul 3
Keszthely 1895 Aug. 2.
Jul. 6.

Figur 61.

nur nicht so stark anwächst, dass er die Schutzdecke aufreisst und die Limnographen wieder erzittern macht. Die kleinen Wellen aber, die von dem unaufhörlich umspringenden, bald einsetzenden, dann wieder erschlaffenden Winde herrührten, bleiben in diesem Falle völlig aus. Die unter dem Eise eingezwängte Wassermasse bleibt nur für heftigere Stösse empfindlich und schwingt dann noch lange hin und her, bis Reibung und die Festigkeit der fortwährend anwachsenden Eisrinde der Bewegung nicht endlich ein Ziel steckt. Doch herrscht auch unter dem dicksten Eispanzer nicht völlig Ruhe, und die Fischer wissen wol, dass in der Tihany-Szántóder Enge selbst dann noch Bewegung merklich ist, die jedoch unser Limnograph, dessen Schwimmer längst an die Brunnenwand gefroren ist, nicht mehr zu registriren im Stande ist. Derselbe wird erst nach einigen wärmeren Tagen wieder frei.

Sollen periodische Schwingungen von so langer Periode und so beträchtlich kleiner Amplitude zu Stande kommen können, so müssen alle unregelmässigen Schwankungen verstummen, was, wie ersichtlich, nur bei sehr ruhigem Wetter, oder unter dünner Eisdecke möglich ist.

Die hier behandelte Bewegung besitzt die längste Periode unter den bislang bekannt gewordenen Seiches, ja vielleicht sogar jeder regelmässigen Wasserbewegung, deren Periode nicht eben an das meteorologische Jahr gebunden ist. Als Erläuterung möge erwähnt werden, dass ein mathematisches Pendel mit derselben Periode eine Länge von 1,700.000 Km. besitzen müsste, der Aufhängepunkt daher etwa in der sechsfachen Entfernung des Mondes zu liegen käme. Selbst Horizontalpendel dürften nur schwer und unter Aufwand der sinnreichsten Vorsichtsmassregeln für Schwingungen so langer Dauer eingerichtet werden können. Es ist daher durchaus nicht zu verwundern, wenn das Zustandekommen schöner Schwingungen ganz besonders günstige Umstände erfordert; im Gegenteil muss es unsere Bewunderung erregen, dass die einer Druckdifferenz von nur wenigen Centimetern, oft nur Millimetern entsprechende Energie in der schwingenden Wassermasse so lange bestehen kann und unter Einwirkung der Reibung sich so langsam verliert.

* * *

Ein ganz anderes Bild weisen in den Limnogrammen jene regelmässige Schwingungen auf, deren Periode etwa $2^1/_2$ Stunden betragen und die nur in Keszthely auftreten. In Fig 61 sind einige Beispiele von verschiedenem Charakter dieser Schwingungen mitgeteilt; schon auf den ersten Blick ersieht man, dass sie viel schöner registrirt sind, als die uninodalen Longitudinalseiches. Zumeist entwickeln sich nur 2—3 Wellen in voller Regelmässigkeit, dann folgen andere, gewöhnlich kleinere und die vorigen entstellenden Wellen. Unter den reproducirten Limnogrammen gehört das schönste vom 8. Juni 1895 einer Reihe von 3 Wellen an; die Reproduction ist kaum im Stande, die bewunderungswürdige Feinheit und Regelmässigkeit wiederzugeben, welche die Zeichnung auf den ersten Blick charakterisirt. Aehnliche Wellen sind auch in den Figuren 32 und 33 dargestellt

Die Zeichnung vom 19. Juli 1895 ist durch ihre ungewöhnliche Amplitude bemerkenswert, da zwischen dem vorangehenden Tal der vierten Welle und ihrem Scheitelpunkte eine Höhendifferenz von 25 cm. besteht. Der Zeichnung ist auch die Curve der Luftdruckdifferenzen beigefügt. Am Abend des 18. Juli zeigen sich n dieser Linie heftige Schwankungen, die den unbeständigen meteorologischen

Verhältnissen entsprechen. Aehnliche heftige Erschütterungen in der Curve der Luftdruckdifferenzen und zumeist starken Wind kann man aber nicht blos in diesem einen Falle beobachten, sondern allgemein bei allen periodischen Schwankungen ähnlichen Charakters.

In dem Limnogramm vom 7. Juli 1895 entwickeln sich nur drei regelmässige Wellen, die übrigen werden von anderen Schwankungen gestört. So sieht man auch auf der Zeichnung vom 5. August 1895 deutlich, dass zugleich mit der grossen Schwingung von $2^1/_2$ Stunden eine bedeutend kürzere Schwankung auftrat, welche dieser lebhafte kleine Auszackungen verleiht.

Die bisher längste Reihe entwickelte sich am 23. November 1895, in der sich mit grosser Regelmässigkeit durch 40 Stunden hindurch 15 Wellen folgten. Am 22. November, etwa Abends 9 Uhr, erhielt der See den ersten wellenauslösenden Impuls; es herrschte heftiger Nordwind mit Schneefall, doch trat gegen Mitternacht Ruhe ein und am folgenden Tag herrschte sozusagen Windstille, indem über jedem Punkte des Sees andersgerichtete Winde verzeichnet wurden.

Zur Ermittelung der Periode wurde folgende Reihe ausgemessen:

1895. Januar	2.	2	Wellen	à 130·8^m	Dauer
» März	31.	2	»	à 142·6	»
» Mai	14.	7	»	à 150·6	»
» »	17.	7	»	à 143·0	»
» »	13.	3	»	à 159·1	»
» Juni	7.	8	»	à 122·4	»
» »	8.	2	»	à 147·5	»
» »	12.	2	»	à 141·3	»
» »	21.	5	»	à 116·6	»
» »	22.	4	»	à 122·7	»
» »	26.	2	»	à 130·2	»
» »	29.	6	»	à 120·7	»
» Juli	1.	6	»	à 150·0	»
» »	1.	5	»	à 148·8	»
» »	7.	8	»	à 147·3	»
» »	11.	6	»	à 153.7	»
» »	18.	7	»	à 156·0	»
» »	23.	7	»	à 152·5	»
» »	30.	5	»	à 148·8	»
» August	2.	8	»	â 151·9	»
» »	4.	5	»	à 141·4	»
» »	5.	4	»	à 143·8	»
» »	17.	2	»	à 136·4	»
» September	17.	7	»	à 150·6	»
» Oktober	3.	3	»	à 155·0	»
» November	22.	13	»	à 152·5	»
			Mittel	143·0	Minuten

Strenge genommen ginge es gar nicht an das einfache Mittel der beobachteten 132 Wellen zu nehmen, da die Schwingungsdauer bei veränderlichem Wasser-

stande sehr verschieden ausfällt. Es ist auch aus der Reihe selbst ersichtlich, dass neben dem hohen sommerlichen Wasserstande (s. Fig. 11) die Periode im allgemeinen kürzer ist, als bei dem beträchtlich geringeren Wasserstande im Frühlinge und Herbste. Warum sämmtliche Messungen aus Beobachtungen des Jahres 1895 genommen sind, wird später Erklärung finden.

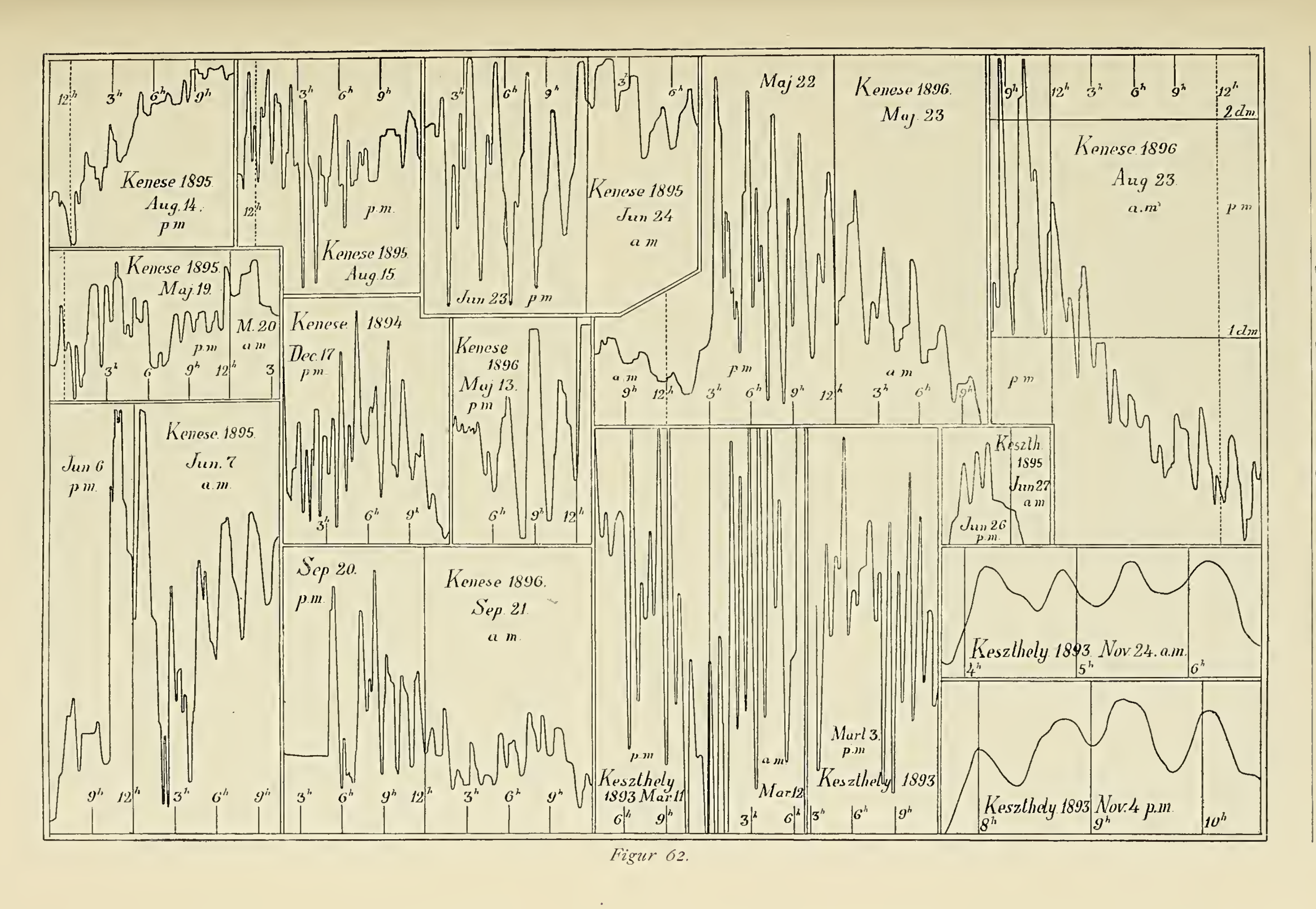
Diese periodische Schwankung ist eine specielle Eigenthümlichkeit des Balatons bei Keszthely, da sie in Kenese durchaus nicht zu beobachten ist. Aus den Fig. 32 und 33 möchte auf den ersten Blick gefolgert werden, dass eine ähnliche Schwankung auch in Kenese entsprechend auftrete; doch ist die Zusammengehörigkeit nur eine scheinbare, da beide Denivellationen ganz verschiedene Erscheinungen sind und zwischen ihren Perioden wesentliche Unterschiede bestehen. In dem westlichen Seebecken, von Keszthely bis zur Halbinsel Tihany, ist die Dauer der einknotigen Welle 361·6 Minuten, die Dauer der binodalen Seiche daher 181 Minuten, also bedeutend mehr, als das aus den Aufzeichnungen erhaltene Mittel. Bedenkt man aber, dass der Wasserstand im Jahre 1895 im Allgemeinen bedeutend grösser ist, als der mittlere, auf welchen sich die Tiefenmessungen beziehen (103·65 m. über der Adria, welche Höhe sowol auf den Pegel von Siófok, als auf unserer Figur mit 100 bezeichnet ist), so ist es wahrscheinlich, dass diese periodische Schwankung in der Tat die binodale Seiche des Keszthelyer Balaton darstellt. Die grösste Abweichung der einzelnen Messungen beträgt etwa 40 Minuten. Der Unterschied der Wasserstände im Juni und November erhebt sich auf 30 cm. und der Wasserstand im November ist um etwa 30 cm. höher, als der normale, so dass bei normalem Wasser die Periode der stehenden Schwingung um etwa 40 Minuten länger wird. Nun ist aber bei dem Wasserstande im November und allgemein im Herbste die Schwingungsdauer etwa 150 Minuten, so dass kaum ein Zweifel bestehen kann, dass sich diese Periode bei normalem Wasserstande auf 180 Minuten erhöhen würde. Obwol unser Apparat auch schon bei geringerem Wasserstande functionirte, beschrieb er doch leider nur sehr sporadisch periodische Schwingungen der besagten Art, und aus früheren Jahren besitzen wir kaum eine Zeichnung dieser Seiches, welche der Messung zu Grunde gelegt werden könnte.

Wir können uns daher unter allen Umständen dabei beruhigen, dass die Keszthelyer Limnogramme der Fig. 61 die stehende binodale Welle des Keszthelyer (westlichen) Balaton darstellen.

Rechnet man nach der Methode von Du Boys, so käme die erste Knotenlinie zwischen den Kápolnaberg bei Meszes-Györk und die östlich von Balaton-Berény gelegenen Weinberge zu liegen. Die grössten Excursionen des mittleren Bauches der binodalen Seiche müssten zwischen Badacsony und Fonyód beobachtet werden, und die zweite Knotenlinie ist zwischen Szepezd und Lelle zu suchen. Ein am westlichen Ufer von Tihany aufgestellter Limnograph würde diese regelmässige Schwankung in mit den Keszthelyer gleichgerichteten Elongationen verzeichnen.

* * *

In Fig. 62 ist das Diagramm einiger sehr regelmässigen Schwingungen mitgeteilt. Die Zeichnungen sind alle jüngeren Datums, da der Apparat früher lange nicht die Empfindlichkeit besass, um so häufige und dichtaufeinanderfolgende Niveauschwankungen zu verzeichnen. Am 22. Mai 1896 wandte sich der nordöst-



Kenese 1895. Aug. 14. p m
Kenese 1895. Aug. 15. p.m.
Jun 23 p m
Kenese 1895 Jun 24 a m
Maj 22
Kenese 1896. Maj 23
Kenese 1896 Aug 23. a.m.
p m
2 dm
1 dm
Kenese 1895. Maj 19. p.m
M. 20 a m
Kenese 1894 Dec 17 p.m.
Kenese 1896 Maj 13. p m
Jun 6 p.m.
Kenese 1895. Jun. 7 a.m.
Keszth. 1895 Jun 27 a m
Jun 26 p.m.
Sep 20. p.m.
Kenese 1896. Sep. 21 a m.
Keszthely 1893 Mar 11 p.m
Mar 12 a m
Mar 13. p.m
Keszthely 1893
Keszthely 1893 Nov 24. a.m.
Keszthely 1893 Nov. 4 p.m.

Figur 62.

liche Wind laut den meteorologischen Aufzeichnungen plötzlich unter starkem Niederschlage und Gewitter nach Südwesten. Der Barograph in Keszthely weist kaum geringe Schwankungen auf, während in Balatonfüred heftige Sprünge beobachtet werden können, so dass auch der Unterschied beider Curven stark schwankt. Es trat auch demzufolge eine kräftige Denivellation in Kenese auf, die 10 periodische und mit bewunderungswürdiger Regelmässigkeit abnehmende Wellen auslöste. Schwankungen von ähnlicher Periode zeigt dieselbe Figur für den 14. August, 23—24. Juni, 7. Juni 1895 und für den 13. Mai 1896; dagegen die Figur 61 für den 3. Mai 1893. Ich maass die Länge von 26 solchen Wellen und fand dieselbe mit nur sehr geringen Abweichungen zu 117·1 Minuten oder rund 2 Stunden. Nach Du Boy's Methode sollte die Schwingungsdauer der uninodalen Seiche in dem von Tihany östlich liegenden Balatonbecken 136·7^{m} betragen. Erinnert man sich der Ueberlegung, welche wir anwendeten, um die Abweichung der $2^{1}/_{2}$-stündigen Seiche zu Keszthely zu erklären, so wird es nicht befremden, dass wir auch hier die Theorie mit der Beobachtung in guter Uebereinstimmung zu finden glauben.

Die besagten regelmässigen Schwankungen der Fig. 62 können daher als Longitudinalseiches des östlichen Balaton betrachtet werden.

Besonders bei diesen regelmässigen Schwankungen kann die allmälige Abnahme der einzelnen Wellen einer Reihe gut beobachtet werden, für welche Forel ein bedeutend weniger typisches Beispiel*) vorgebracht. Die Zeichnung vom 23. Mai 1896 zeigt die Dämpfung bei constantem, die vom 23. August 1896 bei abnehmenden, endlich die Curve vom 7. Juni 1895 bei zunehmendem Wasserstande. In den beiden letzteren Fällen beruht die Senkung, beziehentlich die Hebung des Niveaus ebenfalls nur auf Denivellationen.

* * *

Unter den kleineren Schwankungen, welche die 2-stündige Seiche von Kenese fast immer zu stören pflegen, ist besonders eine deutlich zu erkennen, da ihre Periode beiläufig eben die Hälfte jener beträgt. Von diesen einstündigen Schwingungen besitzen wir sehr gute Curven; Fig. 62 zeigt deren vom 17. Dezember 1894, vom 19. Mai und 15. August 1895, und vom 20. September 1896. Wir besitzen selbst das Bild einiger dieser Schwingungen vom 1. November 1894, doch steht die Zeichnung an Vollkommenheit weit hinter den Limnogrammen von Keszthely zurück, die selbst Schwankungen von viel geringerer Periode wiedergeben. Nach Durchmessung mehrerer Wellenreihen fand sich die Periode der einzelnen Welle sehr nahe zu 1 Stunde.

Diese Schwankung kann einesteils eine binodale Längsseiche des östlichen Balaton sein, da die Hälfte der theoretischen Periode der uninodalen Schwingung 68·3 Minuten, also nur wenig mehr, als eine Stunde beträgt. Sie kann aber andrerseits auch eine uninodale Querseiche desselben Beckens darstellen, da sich die Periode einer solchen Schwingung mit der einfacheren Formel gerechnet zu 59·85 Minuten ergibt, wenn man (s. Fig. 59) die Mitteltiefe des Querprofils zwischen Alsó-Örs und dem Madaraser See zu 3·83 m. und die Breite des Becken, zu 11 Km. annimmt.

Neben der Annahme der Querseiche spricht der Umstand, dass diese Wellen

*) Forel: Arch Gén, 1878. T. 63., p. 126.

gewöhnlich bei kräftigem Nordwinde, also dann auftreten. wenn auf dem See notwendigerweise bedeutende Querdenivellationen vorhanden sind. Ausschlaggebend für die Annahme einer binodalen Längsseiche sind jedoch die folgenden Umstände: Bei allen früheren periodischen Schwankungen fanden wir infolge des hohen Wasserstandes, dass die theoretisch geforderte Schwingungsdauer die aus den Beobachtungen abgeleitete an Grösse übertrifft. Nun dauert die binodale Längsseiche in der Tat 68 Minuten, also etwas über eine Stunde. Obwol nun auch für die Periode der Querseiche eine etwas grössere Dauer berechnet werden könnte, wenn nicht eben das tiefste Querprofil der Rechnung unterlegt worden wäre, so ist der Unterschied doch lange kein beträchtlicher Doch gibt es noch einen gewichtigeren Grund. Die Knotenlinie der Querseiche hat offenbar südwest—nordöstliche Richtung, und müsste das Ufer von Kenese nicht weit von diesem Orte schneiden. Es kann daher die Amplitude dieser Schwingung für Kenese nur sehr unbedeutend bleiben und keinesfalls so hoch anwachsen, wie z. B. die Wellen vom 20. September 1896, die fast einen Dezimeter hoch waren.

Dagegen darf wol angenommen werden, dass beide Schwingungen vereint auftreten : die binodale Längsseiche mit grosser Amplitude, die Querseiche mit geringer Ausweichung. Und daher mag wol das Durchkreuzen beider Systeme die Limnogramme stören und die Schwingungen den früher charakterisirten gegenüber verändern. Die Frage ist jedenfalls interessant, ihre endgültige Lösung erheischt aber eine längere Beobachtungsreihe an einem weiteren am östlichen Balatonbecken, z. B. an den Ufern von Tihany aufzustellenden Limnographen.

Eine sehr interessante Erscheinung gewährt das gleichzeitige Auftreten der Keneseer Längsseiches mit den Keszthelyer binodalen Längsschwingungen, wie aus Figuren 32 und 33 zu ersehen. Ein bei der Tihanyer Fährte aufgestellter Limnograph würde in solchen Fällen eine eigenartige, für sich allein kaum verständliche Curve beschreiben.

Ausser den besagten kommt in Kenese noch eine viel kürzere periodische Schwingung zu Stande, deren Erklärung zu geben ich mich aber ausser Stand fühle, umsomehr, als sie nur sporadisch als je eine einzelne Welle auftritt.

* * *

Unter allen periodischen Schwankungen konnte ich die Keszthelyer Querseiche am eingehendsten untersuchen, dieselbe, die zuerst meine Aufmerksamkeit fesselte, obzwar sie in den letzten Jahren fast ganz von der Seefläche verschwand. Fig. 62 weist vom Anfang März 1893 noch herrlich gezeichnete Wellen auf, vom Jahre 1895 kann jedoch nur noch die Seiche des 27. Juni als gelungenes Beispiel beigebracht werden. In den Jahren 1892 und 1893, der ersten Tätigkeitsperiode unseres Limnographen sind es stets diese Schwingungen, welche die Diagramme auszacken und die $2^1/_2$-stündigen Schwankungen verdecken. In letzterer Zeit herrschen jedoch die $2^1/_2$-stündigen binodalen Längsseiches vor, und jene kleineren verschwanden. Im Jahre 1894 begann die bedenkliche Ausbreitung der Wasserpest der Keszthelyer Bucht und schon im Sommer des Jahres 1896 konnte sich der Propeller nur dadurch von Keszthely nach Meszes-Györk hindurchwinden, dass er nach etlichen Kilometern Weges die Schraube rückwärts gehen liess, um die daran haftende Pflanzenmasse abzuschütteln. Selbst die scharfe Vorderseite des Schiffes sammelte eine solche Menge dieser Pflanzen an, dass eine ganz bedeutende Verminderung der Fahrgeschwindigkeit bemerkbar wurde. Nachts, wo die Potamogeton-

colonien nicht umgangen werden können, konnte man mit dem durch Petroleummotor getriebenen Propeller der Balaton-Commission kaum in die Bucht gelangen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die grosse Ausbreitung dieser Pflanzen eine so bedeutende Reibung verursacht, dass die Querseiches der Bucht nicht mehr zu Stande kommen können, während die auf offenem See entwickelte, bedeutend längere Längsseiche ihrer grösseren Energie halber die Reibung noch zu überwinden fähig ist.

Ich durchmass viele Wellen dieser Transversalseiches, und da sämmtliche Daten in guter Uebereinstimmung waren, zog ich das Mittel von etwa 150 Wellen. Der mittlere Fehler der Daten beträgt 1·5 Minuten, d. h. 3·4%, die grösste Abweichung vom Mittel war + 3·2, bezüglich 2·26 Minuten, und das Mittel selbst 43 Minuten, daher nahe $^3/_4$ Stunden.

Nimmt man neueren Daten entsprechend die mittlere Tiefe des Keszthelyer Bucht zu 2·3 m., ihre Breite zu 6500 m. an, so erhält man

$$T = \frac{2}{\sqrt{g}} \frac{6500}{\sqrt{2 \cdot 3}} = 45 \cdot 6 \text{ Minuten}$$

für die theoretische Periode, die ebenso, wie in den früheren Fällen, etwas grösser als die beobachtete ausfällt.

Die Zuverlässigkeit dieser Zalen wird durch den Umstand bedeutend erhöht, dass zur Zeit dieser Messungen der Limnograph nich auf Wochen-, sondern auf Tagesgang gestellt war. In diese Periode fällt gerade die Registrirung einiger sehr hübschen Querschwankungen. Eine Probe derselben mit geringer Amplitude findet sich in Fig. 62 rechts unten (4. und 24. November 1893).

* * *

Obwol nun der Balaton unvergleichlich seichter ist, als die grossen Alpenseen, ist doch ersichtlich, dass er einen geeigneten Tummelplatz für rythmische Bewegungen des Wassers abgibt. Geeignete Vermehrung der Limnographenstationen würde sicherlich noch manche Schwingung kenntlich machen, doch sind entschieden die schon bisher besprochenen zugleich auch die wichtigsten. Es sind dies:

1. Die uninodale Longitudinalseiche mit einer Periode von 10—12 Stunden;

2. die binodale Längsseiche des Obersees (zwischen Keszthely und Tihany) mit einer Periode von 2^h 23^m.

3. Die uninodale Längsseiche des untern Beckens (zwischen Kenese und Tihany) mit einer Periode von 1^h 57^m.

4. Die binodale Längsseiche des untern Beckens, mit einer Periode von 1 Stunde, und endlich

5. Die Querseiche der Keszthelyer Bucht, mit einer Periode von 43 Minuten.

Diese regelmässigen Schwingungen konnten aus dem Labyrinthe der unregelmässigen Schwankungen nur dadurch herausgeschält werden, dass mir sämmtliche Aufzeichnungen mehrerer Jahre vorlagen. So konnte z. B. die zweistündige Schwankung von Kenese, die $2^1/_2$-stündige von Keszthely nur in den letzten Jahren, und zwar die erstere besonders in 1896, die letztere in 1895 sicher erkannt werden, da sie früher aus unterschiedentlichen Ursachen entweder gar nicht, oder nur sehr sporadisch, und auch dann in schlechter Zeichnung zum Vorschein kamen.

Es ist natürlich, dass die Vollkommenheit der Diagramme jene vom Léman lange nicht erreicht, ihr nicht einmal nahe kommt. Ein guter Vergleich erklärt diesen ganz natürlichen Umstand. Man denke sich zwei gleichlange, leicht beweglich aufgehängte Pendel. Der eine besitze an Stelle des Gewichtes eine schwere und ausgedehnte, auf die Schwingungsebene senkrecht stehende Platte, der andere eine schwere Kugel von verschwindendem Inhalte. Das erste Pendel wird durch jeden Lufthauch bewegt, und kommt nach wenigen, durch den Luftwiderstand gedämpften Schwingungen zur Ruhe, wenn der Impuls zu wirken aufgehört. Nicht so das zweite Pendel, das nicht jedem Luftzuge folgt, aber einmal abgelenkt, die angenommenen Schwingungen lange beibehält und eine ununterbrochene Reihe regelmässiger Elongationen vollführt, wenn die Pausen zwischen den einzelnen Impulsen nicht zu lange andauern. Das Schaufelpendel ist ein gutes Bild unseres Balaton, das Kugelpendel stellt die tiefen Alpenseen dar.

Für den Balaton konnte unzweifelhaft konstatirt werden, dass die regelmässigen Schwingungen durch jene unregelmässige Schwankungen ausgelöst werden, deren Ursache der Wind und heftige Aenderungen des Luftdruckes sind.*) Diese drängen den Spiegel des Wassers aus der geodätischen Niveaufläche heraus, jedoch bei Weitem nicht so, dass das Wasser hernach wieder eine einfache, regelmässige Oberfläche bildete. Im Gegenteil, der denivellirte Seespiegel stellt eine sehr complicirte, und dazu von Augenblick zu Augenblick wechselnde Oberfläche dar. Hört die denivellirende Ursache auf, so stellt sich die regelmässige Schwingung ein, die nun nach der Lage des augenblicklichen Spiegels eine uninodale, binodale, Longitudinal-, Transversal- oder zusammengesetzte Seiche bildet, die solange anhält, als der angehäufte Energievorrat durch Reibung nicht völlig verzehrt wird, oder irgend eine der denivellirenden Ursachen nicht wieder dazwischen tritt, und die rythmische Bewegung entweder vollkommen aufhebt, oder sie doch bedeutend modificirt.

Seiches sind daher nicht besondere Eigenschaften einzelner Seen, sondern dürften bei genügend sorgfältiger Beobachtung in jedem abgeschlossenen Seebecken nachgewiesen werden können. Je unregelmässiger aber das Becken gestaltet ist, je seichter das Wasser und je mannigfaltiger der Boden sich darstellt, desto complicirter und desto schwerer zu beobachten sind die Erscheinungen. Wie immer aber die periodischen Schwankungen beschaffen sein mögen, ihre Ursachen dürfen nur in denjenigen Denivellationen gesucht werden, die vom Winde und den Aenderungen des Luftdruckes herrühren.

---

*) Es wäre unrichtig von diesen meteorologischen Veränderungen, als den Ursachen der Seiches zu sprechen. Die Seiches sind ebenso auf die Schwere zurückzuführen, wie die Bewegung des Pendels, und meteorologische Wirkungen geben in der Form von Denivellationen nur den Anstoss zu ihrer Entstehung.

X. ABSCHNITT.

Die Strömungen in der Enge von Tihany.

Tihanys eigentümlicher Inselberg erzeugt im Plattensee eine Einschnürung, von der schon vorgreifend öfter die Rede war, da sie die Schwankungen des Spiegels mehrfach modificiert. Bedenkt man, dass der 8—10 Km. breite See sich hier unvermittelt auf 1·5 Km. einengt, so ersieht man auf den ersten Blick, dass sich hier eine gute Beobachtungsstation für die Wasserstandschwankungen darbietet, und dass hier, wenn überhaupt von einer allgemeinen Strömung im See die Rede sein kann, der geeignetste Ort für deren Untersuchung sein wird.

Schon bei Besprechung der Ursachen der Denivellationen wurde erwähnt, dass in dieser Enge das Wasser in der Tat bald nach Osten, bald nach Westen fliesse, überhaupt fast unaufhörlich in Bewegung begriffen sei, mitunter so heftig, dass selbst die Communication gefährdet wird.

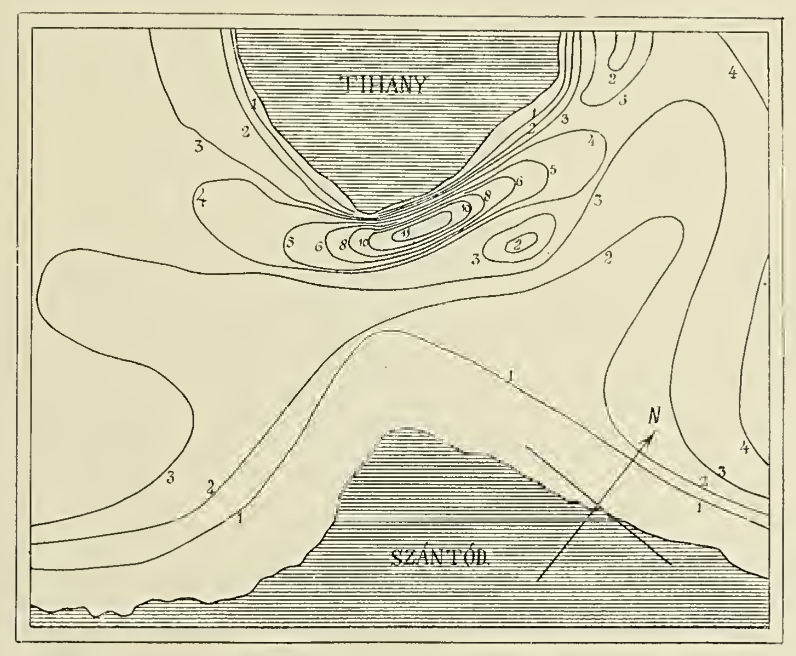
Die Bodengestaltung der Einschnürung ist lange nicht so einfach, wie in den übrigen Teilen des Sees. Unmittelbar unter den Ufern von Tihany zieht sich in der Breite von etwa 300 m. ein Graben hin, dessen grösste Tiefe 11 m. beträgt, der aber die Tiefe des allgemeinen Bettes überhaupt übersteigt. Im Gegensatze hiezu senkt sich das südliche Ufer sehr langsam, und gegenüber Tihany schiebt sich sogar ein von Zamárdi bis Földvár reichender dreieckiger Hang in den See hinein, dem es eben gedankt werden muss, dass die Einschnürung so bedeutend ist. Obwol es strenge genommen nicht hieher gehört, mag doch erwähnt werden, dass sowol diese Szántóder Bank, als der am Fusse des steilen Tihanyer Abfalls südwärts sich ausbreitende Flachboden durchaus aus Ablagerungen des Plattensees aufgebaut ist. Die Szántóder Bank weist unter dem Wasserspiegel nach Osten einen höheren, gegen Westen einen minder hohen Ausläufer auf, so dass eine beträchtlichere Strömung nur unter den Tihanyer Ufern, in dem sogenannten Brunnen entstehen kann. Die Fig. 63 stellt die Bodenverhältnisse durch Isohypsen dar, deren Bezifferung nach Aufnahmen der hydrographischen Section in Metern die Tiefe unter dem normalen Spiegel des Sees giebt.

Nahe zum Ufer von Tihany wurde dreifach verankert das in Fig. 64 abgebildete Floss aufgestellt. Mit Rücksicht auf den Dampferverkehr wurde für den Ort des Flosses nicht die tiefste Stelle gewält, sondern eine Tiefe von 6 m., später, nach Einschränkung des Verkehrs von 8 m. Das Floss wurde aus 10 m. langen und 30 cm. mittlere Stärke haltenden Fichtenstämme gezimmert, die an vier Stellen durch Querbalken stark zusammengehalten werden und geeigneten Fussboden tragen. Ueber dem dickeren Ende der Stämme stand ein 2 m. hohes, ebenso langes und tiefes, starkes Zelt mit stark geneigtem Dache, das den Strömungsregistrator aufnahm. In der Mitte des Flosses befindet sich eine runde Oeffnung, in welche das Fass versenkt wird, das zur Messung der Verdunstung dient, und vorne ist an einer Säule das Ombrometer aufgestellt. So ausgerüstet wurde das Floss am 24. Juni 1896 an dem besagten Orte, nicht weit von der Tihanyer Fährte aufgestellt.

Der Registrator, der Rheograph — Stromzeichner — genannt werden mag, ist aus den Figuren 65 und 66 zu ersehen. Wie bei den Limnographen, ist auch

bei diesem Instrumente der schreibende Apparat auf einem Tische montirt, von welchem das Pendel, der Hauptbestandtheil, hinabragt.*)

Ueber einer Oeffnung im Flosse steht vor dem Tische des Zeltes das Eisenrohr *L*, das fest mit dem Fussboden verbunden ist (Fig. 66). In diesem Rohre kann ein zweites, dünneres Rohr *R* bis zu beliebiger Tiefe verschoben werden; dasselbe besitzt oben, in der Höhe des Schreibapparates einen langen Schlitz. Am oberen und unteren Ende dieses Rohres befindet sich je ein grösseres Rad und eine kleinere Rolle *(N)*; um die ersteren läuft eine straff gespannte Klaviersaite, die von den Rollen wieder in das Rohr hineingeleitet wird. Ausserdem kann das dünnere Rohr in dem weiteren beliebig gestellt und festgeklemmt werden. Am unteren Ende befindet sich, mit der Axe des Rades verbunden das Pendel, eine 80 cm. lange Messingstange, die als Linse einen Blechcylinder von 80 cm. Länge



Figur 63. Karte der Tihany-Szántóder Enge. Maasstab 1 : 50,000. Tiefen in Metern.

und 10 cm. Durchmesser trägt. Statt dieses Cylinders wurde Anfangs eine kleine Messingkugel angewendet, doch bot diese dem strömenden Wasser eine zu geringe Oberfläche dar, als dass das Pendel infolge der Reibung des Apparates gehörig ausweichen hätte können. Die Form des Cylinders wurde gewält, da derselbe bei demselben Volumen bedeutend weniger kostet, als eine Kugel, in dem Flosse eine geringere Oeffnung beansprucht, und die Constante des Apparates ohnehin nicht durch Rechnung, sondern durch Versuche bestimmt wurde, so dass die Form der Pendellinse ganz einflusslos bleibt. Die Ausweichung des Pendels ist ohnehin in keinem Falle der Geschwindigkeit einfach proportional. Weicht nun

*) Das Pendel ist im Grossen und Ganzen jenem Rheographenpendel nachgebildet, den Prof. Mich. Klimm bei dem schweizer Constructeur Amster anfertigen liess, und der gegenwärtig im Instrumentenpark der Wasserbauabtheilung des Polytechnicums aufbewahrt wird.

das Pendel aus, so wird das untere Rad gedreht, die Klaviersaite bringt auch das obere Rad in Drehung und zeigt in dem Ausschnitte des Rohres *R* eine auf- oder absteigende Bewegung. Hier ist dem Drate der kleine Messingarm *Z* angelötet, der wiederum den verticalen Messingstab *F* trägt. Zwei Oeffnungen eines geeigneten Gestelles dienen diesem Stabe zur Führung, so dass derselbe bei einer Bewegung des Pendels nach oben oder unten verschoben wird. Dieser Stab trägt wiederum die Klammer *V* und mit ihr den elastischen Bogen *E* (Fig. 65), an dem ein auch das Rad *C* umschlingender Drat befestigt ist. Die Bewegung des Pendels wird also in besagter Weise auf den Stab *F* und durch diesen auf das Rad *C* übertragen. Gerade wie bei den Limnographen bewegt sich auf derselben Axe ausser dem Rade *C* auch das kleinere Rad C_1, welches auf den Schienen *S* den Wagen des den Schreibstift tragenden Rahmens *TDG* mittels eines die Rolle umschlingenden Drates verschiebt. Der Schreibstift wird an die Walze *H* gedrückt, und diese von dem kräftigen Uhrwerke *M* gedreht. Zur Spannung des Papiers konnten in diesem Falle nicht Gewichte benützt werden, die über dem Tische zu hängen gekommen wären, sondern Frictionsrollen, welche durch ein dem Papierstreifen angehängtes Gewicht getrieben werden.

Da das Instrument nicht mehr auf festem Boden ruht, musste auf seine Stabilität besondere Rücksicht genommen werden. Aus diesem Grunde liegt die Walze niedriger, als bei den Limnographen, der Wagen bewegt sich mit vier Rädern auf zwei Schienen, der Schreibrahmen ist bedeutend niedriger gebaut, und die Uhr wird nicht durch ein Pendel, sondern durch eine Feder reguliert. Ausserdem sind am Instrumente mehrere kleine Verbesserungen angebracht, da dasselbe später als Limnograph benützt werden soll.

Als erster Messapparat in seiner Art war derselbe natürlich mit mehreren Fehlern behaftet. So bewirkten in erster Reihe die vielen Uebertragungen — die drehende Bewegung musste zunächst in eine verticale geradlinige, diese wieder in eine drehende und endlich in eine horizontal fortschreitende umgesetzt werden — eine bedeutende Reibung, welche nur das angewandte grosse Pendel überwältigen konnte. Dieses brachte aber einen neuen Uebelstand mit sich: trotzdem dasselbe auswich und das untere Rad *N* gehörig drehte, nahm es doch den Drat nicht fort, trotzdem derselbe durch Hebung des oberen Radwerkes gehörig gespannt werden konnte. Infolge dessen ist die Axenlage der vom Stifte verzeichneten Curve fortwährend wechselnd, was man aber glücklcherweise erkennen und in Rechnung ziehen kann. Die Ordinaten der Curven sind in diesem Falle in ungleicher Skale verzeichnet, nichtsdestoweniger können aber die Diagramme zu relativen Vergleichungen wol benützt werden. Bei einer Neuconstruction des Rheographen könnte der grosse Widerstand leicht umgangen werden, wenn man das obere Rad *N* gross wälte und so aufstellte, dass dessen Axe in die Verlängerung der Axen der Rollen *C* und C^1 fiele, mit denen es fest zu kuppeln wäre.

Nichtsdestoweniger functionirte aber der Apparat sehr gut und empfindlich, und gab vortreffliche Resultate. Dank der Stärke der Ankerketten, des Flosses und Zeltes, trotzte unser Rheograph den stärksten Stürmen.

Zu verschiedenen Zeiten, und nach Tunlichkeit stürmisches Wetter suchend, verbrachte ich mehrere Tage allein auf dem Flosse, beobachtete die Functionirung des Instrumentes und mass fortwährend mit einem Messflügel der Hydrographi-

schen Section die tatsächlichen Geschwindigkeiten, daneben Temperatur und Durchsichtigkeit des Wassers.

Da die Orbitoidbahnen der Molekeln bei Wellengang auch horizontale Elemente enthalten, das Pendel also in solchem Falle rasche dichtgedrängte kleine Schwingungen vollführt, die ebenfalls treu verzeichnet wurden, so bestehen die Diagramme bei gewelltem Seespiegel niemals aus einfachen Curvenzügen, sondern aus dichtschraffirten Figuren, was den Zeichnungen ein eigentümliches Aussehen verleiht. Die Fig. 67 enthält einige dieser Rheogramme mit gleichzeitigen Limnogrammen zur leichteren Vergleichung. Der ursprüngliche Character der Curven ist beibehalten worden; sie erscheinen also schraffirt, wo die Originalzeichnungen ebenfalls Wellenbewegungen verraten. Wenn das Rheogramm die Axe stets ver-



Fig. 64. Das Floss des Rheographen und Evaporationsmessers. Nach einer Photographie von L. v. Lóczy.

änderte, so wurde ohne weitere Reduction mit punctirten und gestrichelten Linien die wahrscheinliche Linie hineingezeichnet, welche die momentanen Axen verbindet. Eine solche Reproduction mag allerdings beanstandet werden; es wird sich aber sogleich erweisen, dass jede Umformung im Grunde genommen überflüssig gewesen wäre.

Die Bezeichnung der Curven geschieht durch dieselben Zalen, wie bei den Limnogrammen, so dass *I* das Limnogramm von Keszthely, *II* jenes von Kenese, und *IV* den in Kenese beobachteten Wind bedeutet; endlich bedeutet *R* die Rheogramme, *T* die tatsächliche (gerade) oder wahrscheinliche Axe der Curven.

Bei den Curven vom 26. und 28. August 1896 ist das Winddiagramm für Kenese, (mit dem Diagramm der Fig. 18), bei den Zeichnungen vom 14. und

10. September 1896 dagegen für Keszthely (mit dem Diagramm der Fig. 17) gezeichnet. Leider functionirte der Limnograph von Keszthely den ganzen August hindurch nicht, und die meteorologischen Aufzeichnungen derselben Station standen mir bei Anfertigung der Figuren ebenfalls nicht zur Verfügung, sonst könnte ich den merkwürdigen Zusammenhang noch vollkommener nachweisen, der die im V. Abschnitt auseinandergesetzte Theorie mit so bewunderungswürdiger Genauigkeit bewahrheitet.

Die Ordinaten der Rheogramme sind positiv, liegen also über der Axe *T*, wenn das Wasser von Osten nach Westen, also von Kenese nach Keszthely strömt. Sie sind negativ, bleiben also unter der Axe *T*, wenn das Wasser von Westen gegen Osten, also von Keszthely gegen Kenese fliesst.

Die Figuren lassen sogleich erkennen, dass das Rheogramm fast ganz parallel den Limnogrammen von Kenese geht, und fast das Spiegelbild der Keszthelyer Curven darstellt. Daraus folgt, dass das Wasser desto schneller von Kenese nach Keszthely strömte, je höher die Denivellation das Wasser in Kenese auftrieb, und je tieferen Stand sie in Keszthely bewirkte. Die Strömung ist also gerade jener entgegengesetzt, die auf den ersten Augenblick erwartet würde.

Zu Zeiten grosser Strömungs-Geschwindigkeit mass ich dieselbe auch direct vom Flosse aus mit einem Messflügel, und zwar vom Spiegel bis zum Grunde, und überzeugte mich, dass die Strömung im ganzen Querschnitte der Enge stets gleichgerichtet ist. Das Pendel des Rheographen stand etwa in jener Schichte, wo die Geschwindigkeit ihr Maximum erreicht. Dieselbe ist übrigens mit der Tiefe nicht sonderlich veränderlich; so war z. B. am 17. Oktober 1896 Nachm. 1 Uhr 30 Minuten die von Westen gegen Osten gerichtete Stromgeschwindigkeit

in 2 m. Tiefe . . . . 32 cm./sec
» 4 » » . . . . 38 »
» 6 » » . . . . 27 »
» 8 » » . . . . 29 »

A 26. August 1896, als das Rheograph eine besonders schöne Curve (die erste der Fig. 67) zog, verbrachte ich den ganzen Tag auf dem Flosse; der Lauf der Erscheinungen war der folgende:

Früh am Morgen erhob sich der anfänglich WSW Wind, der später genau nach SW umlenkte und der die Denivellation auslöste. Als ich um 8 Uhr Früh das Floss bestieg, war der Wind schon ziemlich kräftig, die Wellen schäumten und eine allgemeine Strömung von West nach Ost war fühlbar. Die durch den Wind in dem Keszthelyer Becken nach vorne getriebenen Wassermassen drängten sich durch die Szántóder Enge, und der Limnograph von Kenese begann stark zu steigen. Die Denivellation nahm stets grössere Dimensionen an, doch verminderte sich zugleich die Strömung. Denn in dem Maasse als der Wind eine grössere Wassermasse vor sich herschob, vergrösserte sich auch das Gefälle von Osten gegen Westen, was der Entwickelung des Gegenstromes günstig ist. Das Gleichgewicht stellte sich gegen 1 Uhr Nachm. ein, der Wind war zu dieser Zeit sehr stark, und die auf der Wasserfläche angesammelte und gegen die Enge drängende Wassermasse gleich derjenigen, welche der Gegenstrom durch die Enge zurücktrieb. Endlich siegte die letztere, und der Gegenstrom setzte mit grosser Geschwin-

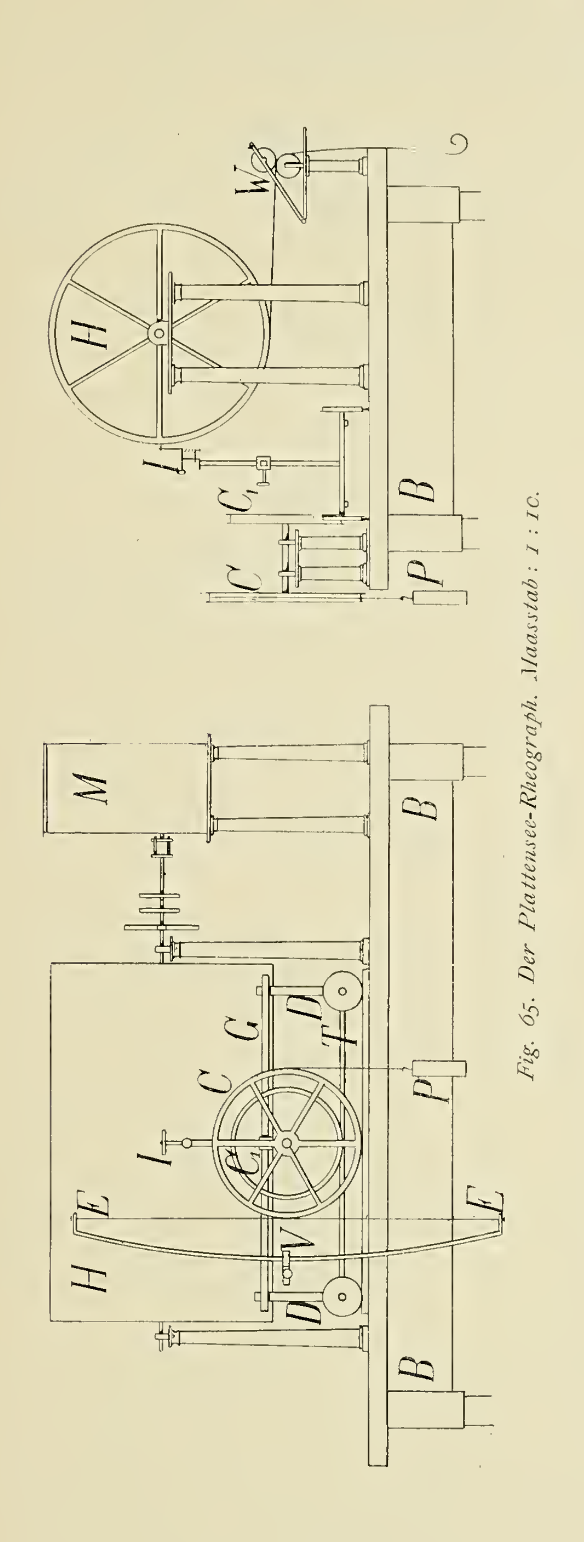
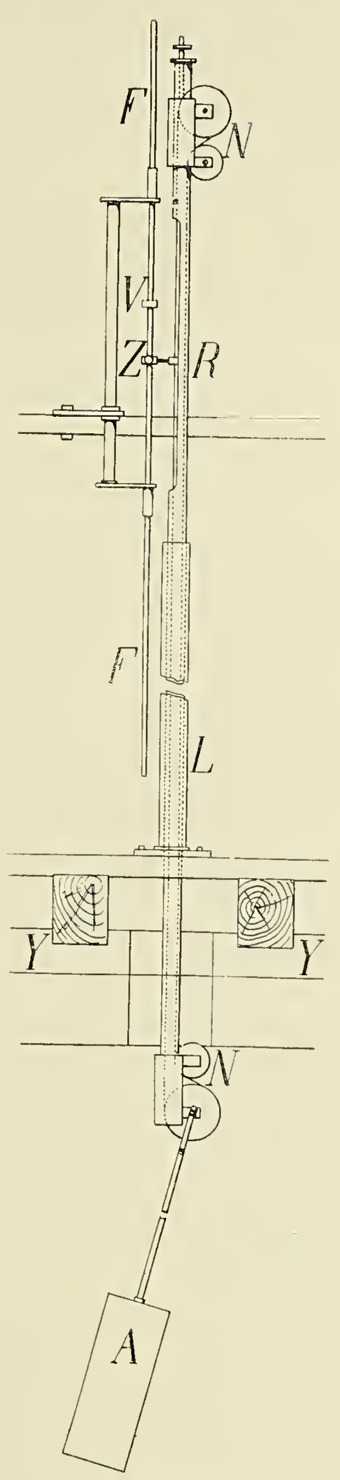


Fig. 65. Der Plattensee-Rheograph. Maasstab: 1 : 10.



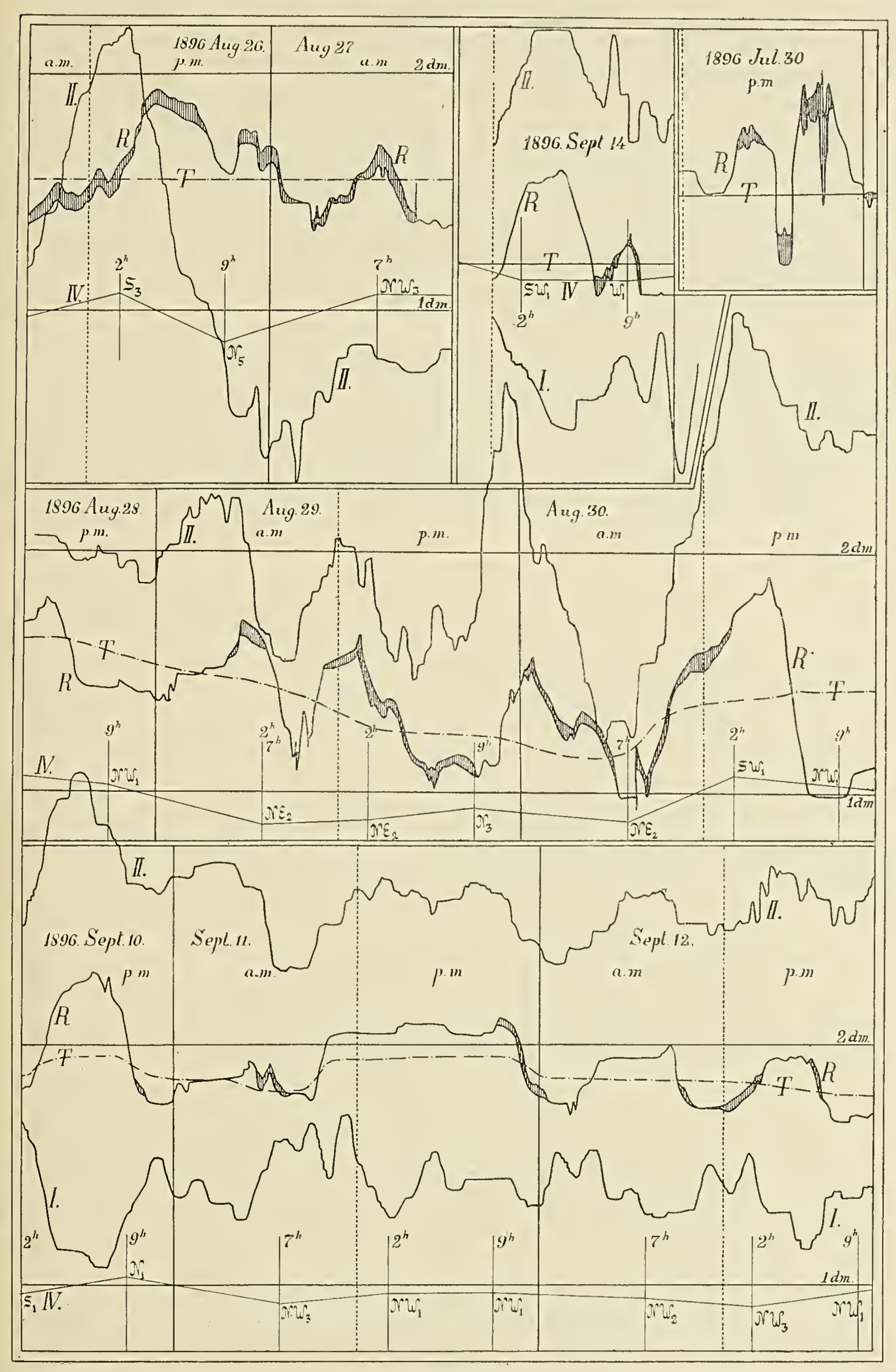
Figur 66.
Pendel des Rheographen.
Maasstab: 1 : 10.

digkeit ein; die Schnelligkeit der Wendung mag aus den häufig angestellten Messungen ersehen werden, bei welchen die positive Richtung einen von E nach W gerichteten Strom bedeutet. Es war die Geschwindigkeit:

um	$2^h\ 10^m$	— 0·03 m/sec
»	$2^h\ 20^m$	± 0·00 »
»	$2^h\ 30^m$	— 0·12 »
»	$3^h\ 0^m$	+ 0·15 »
»	$3^h\ 10^m$	+ 0·27 »
»	$3^h\ 20^m$	+ 0·34 »
»	$3^h\ 30^m$	+ 0·48 »
»	$3^h\ 40^m$	+ 0·51 »
»	$3^h\ 50^m$	+ 0·53 »
»	$4^h\ 0^m$	+ 0·52 »
»	$4^h\ 10^m$	+ 0·60 »

Die letztere bedeutende Geschwindigkeit dauerte fast eine Stunde lang an, und ich gewann den Eindruck, als ob sich ein wirklicher Strom mit seinen Schnellen und Strudeln zu meinen Füssen wälzte. Und all diese Bewegung entgegen dem Winde und den Wellen! In der Einschnürung wuchsen die Wellen hoch an, zugleich verkürzten sie sich, und ihre Kämme stürzten rückwärts über. Der Wind war noch immer recht stark, hatte aber seit Nachm. 2 Uhr doch nicht unbedeutend an Stärke eingebüsst, und erstarb um 5 Uhr fast gänzlich. Als der Gegenstrom mit so bedeutender Geschwindigkeit einsetzte, stieg der Limnograph zu Kenese noch eine Zeit lang an, zeigte sodann rasch fallendes Wasser an, und da sich spät Abends der Wind wandte und von Norden bliess, ging auch die Denivellation in eine entgegengesetzte über.

Auch an den übrigen Curven zeigt sich und vielleicht noch entscheidender, dass bei Erreichung des positiven Maximums der Strömung, das Limnogramm von Kenese fallend, das von Keszthely steigend Wasser anzeigt. Der Wind bedingt also zunächst eine Strömung in seiner eigenen Richtung, die aber nur so lange andauert, bis das durch die Denivellation hervorgerufene Gefälle eine gewisse Grenze nicht überschreitet. Ist dies der Fall, so wird der dadurch hervorgerufene Gegenstrom so kräftig, dass er den directen Strom im Gleichgewicht zu halten im Stande ist, und einen stationären Zustand einleitet. Nun hängt viel von der Haltung des Windes ab. Dauert er in gleichförmiger Stärke auch nach Erreichen des Gleichgewichtes noch fort, so entsteht in Kenese und Keszthely ein langlebiges Maximum, beziehentlich Minimum, unter dessen ganzer Dauer die Strömung in der Enge nach dem Gefälle der denivellirten Fläche treibt. So war z. B. am 11. September 1896 Nachmittags in Kenese ein andauerndes Maximum, in Keszthely ein ebensolches Minimum; unter dessen strömte das Wasser mit konstanter Geschwindigkeit von Kenese weg gegen Keszthely als unzweifelhafter Beleg dessen, dass die Strömungen unter dem denivellirten Spiegel in einer dünnen Oberflächenschichte mit dem Winde, in dem ganzen übrigen Querschnitte des Sees dagegen gegen denselben gehen, wie es im Abschnitte V. auseinandergesetzt wurde. Es kann sohin kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass die von Zöppritz geläugneten Strömungen in der Tat zustande kommen, und dass die Steigung


1896 Aug. 26.
a.m.
p.m.
Aug 27
a.m
2 dm.
1dm.
1896. Sept 14
1896 Jul. 30
p.m
1896 Aug. 28.
p.m.
Aug. 29.
a.m
p.m.
Aug. 30.
a.m
p m
2 dm
1dm
1896. Sept. 10.
p m
Sept. 11.
a.m.
p.m
Sept. 12.
a.m
p.m
2 dm.
1 dm.

Figur 67.

des kalten Wassers am Luv-Ufer, die Anhäufung des warmen Wassers am Lee-Ufer von denjenigen Strömungen herrühren, welche eine Folge der Winddenivellationen sind.

Die Form des Querschnittes der Tihanyer Einschnürung ist in Figur 68 gegeben; sowol die Entfernungen, als die Tiefen sind in Metern angeschrieben, die ersteren von der Szántóder Fähre gerechnet. Bei Kenntniss der Figur des Querschnittes kann die mittlere Geschwindigkeit für die verschiedenen Gefälle annäherungsweise berechnet werden Ich benützte zu diesem Zwecke die Formel von Eytelwein:

$$v = k \sqrt{R \,.\, J},$$

wo v die mittlere Geschwindigkeit, R den hydraulischen Radius (Quotient aus der Fläche des Querschnittes und der Länge der Beckenlinie dieses Schnittes, welche nahezu mit der Breite des Sees übereinstimmt), J das Gefälle, und k einen nur empirisch zu bestimmenden Coefficienten bedeutet. Nach den Vorschriften von Ganguillet und Kutter wurde $k = 53$ gesetzt.

Da der Querschnitt $F = 3384$ m^2 hält, und die Länge der Beckenlinie $P = 750$ m ist, so wird

$$R = \frac{F}{P} = 4{\cdot}51 \text{ m},$$

wobei nur dasjenige Becken als Strombecken betrachtet wird, in welchem die Tiefe des Wassers 1 m übersteigt. Diese Einschränkung ist nötig; widrigenfalls übte die sehr geringe Geschwindigkeit über jenen ausserordentlich seichten, aber sehr breiten Länden, die die Szántóder Ufer säumen, ihren ungünstigen Einfluss auf die mittlere Geschwindigkeit.

Ist die Denivellation in Kenese 10 cm., und ähnlich doch von entgegengesetztem Sinne dieselbe auch in Keszthely 10 cm., so wird das Gefälle, dieses über der ganzen Länge des Sees gleichförmig angenommen,

$$J = 0{\cdot}000003 \text{ und } v = 0{\cdot}20 \text{ m/sec.}$$

Beträgt dagegen die Denivellation 20—20 cm., so wird

$$J = 0{\cdot}000006 \text{ und } v = 0{\cdot}28 \text{ m/sec,}$$

und ist sie endlich 30—30 cm., wie sie auf dem Plattensee noch vorkommen, wird

$$J = 0{\cdot}000009 \text{ und } v = 0{\cdot}34 \text{ m/sec.}$$

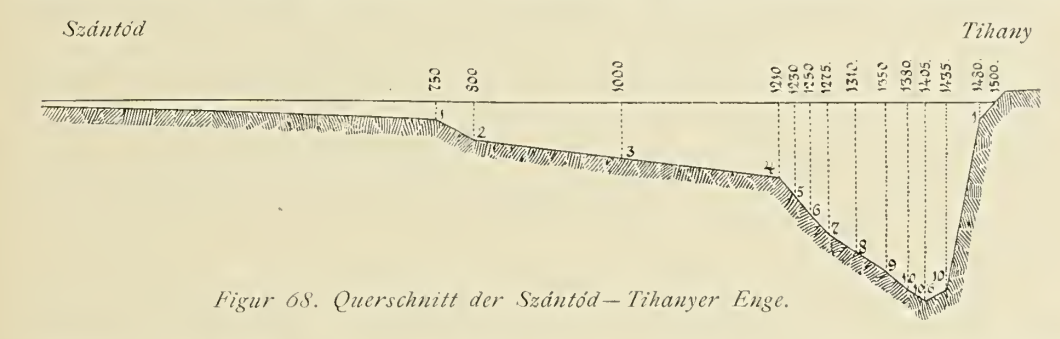
Doch ist die Annahme eines gleichförmigen Gefälles nicht gestattet. In dem Beckenteile zwischen Tihany und Kenese kann bei demselben Gefälle durch jeden Querschnitt eine viel grössere Wassermenge hindurchströmen, als in der Tihanyer Enge, da deren Fläche bei der zwar kleineren mittleren Geschwindigkeit unvergleichlich grösser ist.

Ist das Gefälle z. B. $J = 0{\cdot}000006$, so ist die Geschwindigkeit in dem Querschnitte zwischen Alsó-Örs und Siófok $v = 0{\cdot}25$ m/sec, da der Querschnitt 41937 m^2, dessen Breite 10950 m. und daher der hydraulische Radius $R = 3{\cdot}83$ m. beträgt; die durchströmende Wassermenge wird daher $Q = Fv = 10484$ m^3/sec.

Bei demselben Gefälle ist die Geschwindigkeit in der Enge von Tihany zwar 0·28 m/sec, aber die gelieferte Wassermenge nur 947·5 m^3/sec, also noch nicht der zehnte Teil der vorhergehenden.

Unter solchen Verhältnissen kann natürlich in dem Beckenteile von Tihany bis Kenese der Spiegel eventuell ganz in die ursprüngliche Niveaufläche zurückkehren, wenn schon in dem westlichen und östlichen Becken noch Unterschiede des mittleren Wasserstandes bestehen. Es ist sogar möglich, dass der Spiegel des Keszthely—Tihanyer Beckens ins Gleichgewicht geriet, noch bevor die Strömung in der Enge den Unterschied des Wasserstandes in den zwei Becken ausgeglichen hätte. Dann wird in dem Stande des Spiegels ein stufenartiger Sprung zu bemerken sein, und das Gefälle in der Enge muss beträchtlich grösser sein, als das ursprüngliche mittlere Gefälle war. Infolge der seicheartigen Ausbiegung kann in beiden Becken die Oberfläche sogar über das Niveau der Ruhelage steigen, wenn die Strömung in der Enge bis dahin den Spiegel noch nicht ausgeglichen hätte, was leicht denkbar ist.*)

Dass diese Situation in der Tat zu Stande kommen kann, dafür mag das Beispiel jenes Falles sprechen, in welchem in dem Keszthelyer Becken eine



Figur 68. Querschnitt der Szántód—Tihanyer Enge.

Schwingung von $2^1/_2$, in dem von Kenese eine solche von 2 Stunden besteht. Da die Perioden verschieden sind, kann es vorkommen, dass in Folge der Keszthelyer Schwingung von $2^1/_2$ Stunden bei Tihany gerade zu der Zeit minimaler Wasserstand entsteht, da die 2-stündige Schwingung von Kenese an den östlichen Ufern von Tihany ein Maximum desselben hervorbringt. Die Amplitude beider regelmässigen Schwingungen sei 10 cm., was durchaus keine Seltenheit ist. Da die Entfernung der beiden Querschnitte zu beiden Seiten Tihanys 3500 m. beträgt, so wird das Gefälle $J = 0·000029$ und demzufolge die Geschwindigkeit 0·60 m/sec. Es kommt sogar vor, dass die Amplitude beider Seiches 20 cm. beträgt, und in diesem Falle wird $J = 0·000059$ und $v = 0·86$ m/sec. Dies letztere ist schon eine gewöhnliche Flussgeschwindigkeit, insofern die mittlere Geschwindigkeit der Donau bei Budapest ebenfalls 80 cm/sec beträgt. Ueber dem tiefsten Punkte der Tihanyer Enge ist die Geschwindigkeit natürlich bedeutend grösser als die mittlere, und in dem Stromstriche kann sie ohne Zweifel 1·0 m.—1·2 m. ausmachen.

*) Nimmt man an den Endpunkten beider Becken eine Wasserstandzunahme von 20 cm. an, was voraussetzt, dass beide Becken theoretisch gleich gross geschätzt werden, so häuft sich in dem einen ein Ueberschuss von 32 Millionen m^3 an. Nimmt man in der Enge die Strömunggeschwindigkeit zu 0·40 m/sec an, so braucht es $6^1/_4$ Stunden, um die Ausgleichung herbeizuführen, was sehr gut mit dem Umstande stimmt, dass die Periode der regelmässigen uninodalen Schwingung doppelt soviel, also fast 12 Stunden, beträgt.

Am 26. August 1896. als das Floss noch nicht im Stromstrich stand, mass ich eine Geschwindigkeit von 60 cm/sec, während nach Aussage der Fährleute noch bedeutend grössere Strömungen vorkommen. Unsere Rechnungen stehen also mit der Erfahrung in durchaus guter Uebereinstimmung.

Aus allem dem ist ersichtlich, dass Denivellation und Gegenstrom in einem stellenweise geschnürten Becken durchaus nicht einfache Vorgänge sind.

Zu Beginn einer Denivellation denivellirt sich jedes der beiden Becken ganz unabhängig vom anderen; sowol die grösste Wasserhöhe des einen, als der tiefste Wasserstand des anderen Beckens fallen auf die Ufer von Tihany. Ist z. B. der Wind ein westlicher, so stellt sich in Keszthely Niedrigwasser, am Westufer von Tihany Hochwasser, an dessen Ostufer dagegen Niedrigwasser und bei Kenese wieder Hochwasser ein. So entsteht am Ein- und Ausgange der Enge eine Niveaudifferenz, derart, dass der westliche Spiegel höher steht, als der östliche. Es setzt daher die Strömung ein, die durch die Enge mit dem Winde treibt. Diese kann jedoch nur solange andauern, bis das Gefälle bestehen bleibt; das Verschwinden desselben kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden: entweder ist die Strömung so rasch und von so langer Dauer, dass das zur Ausgleichung des Wasserstandunterschiedes erforderliche Wasser ganz aus dem Keszthelyer Becken überführt wird, ohne dass hierdurch die denivellirende Kraft und in Folge dessen auch das absolute Mass (Neigung des denivellirten Spiegels gegen die geoidische Niveaufläche) der Sonderdenivellation der beiden Becken eine Aenderung litte. Oder aber es verringert sich die Wirkung der denivellirenden Kraft und in beiden Becken überwiegt die Denivellation, jedoch in jedem derselben gesondert, wodurch das Gefälle in der Szántóder Enge aufhört, ja sogar in das entgegengesetzte übergeht.

Sowie in beiden Fällen das Gefälle verschwindet, beziehentlich dem Sinne nach sich in das entgegengesetzte verwandelt, entsteht in der Enge sogleich der Gegenstrom. Im ersteren Falle ist der Gegenstrom ganz allgemein auf dem ganzen See, doch ist die Oberfläche nicht längs des ganzen Sees gegen die geodätische Niveaufläche constant geneigt, sondern in dem Szántóder Querschnitte finden wir dessen Kleinheit halber ein beträchtlich grösseres Gefälle, als in den beiden Teilbecken. Auch dieser Fall ist genügend verwickelt; er wird es noch mehr, wenn die Wirkung der denivellirenden Ursache aufhört und die Wasserfläche seicheartige Bewegungen annimmt. Hiemit wird der gegenseitige Zusammenhang zwischen Strömung und Wasserstand ausserordentlich complicirt und kann nur in grossen Zügen klar dargelegt werden.

Nur bei Bewegungen von so kleiner Amplitude, wie es die uninodale Längsseiche des Sees ist, kann von diesen Verwickelungen abgesehen werden und darf die Annahme stattfinden, dass das Gefälle über dem ganzen See trotz der Szántóder Enge constant ist; wegen den vor dem Tore der Enge abwechselnd entstehenden Stauungen wird aber gerade an diesem Querschnitte der Knoten der Schwingung gebildet werden. Die Erscheinung wird in gewissem Maasse jenen Bewegungen ähnlich, die auch in communicierenden Gefässen beobachtet werden können. Nur bleibt die Oberfläche dort in beiden Röhren constant horizontal, während hier in beiden Becken ein geringes Gefälle zu Stande kommt, das jedoch nicht so gross ausfällt, als es ohne die Einschnürung geschehen würde.

Um wie viel einfacher gestalten sich die Verhältnisse auf so offenen, nicht

geschnürten Seen, wie es der Léman, oder der Bodensee ist! Auf diesen sind die Erscheinungen der Seiches natürlich viel regelmässiger, continuirlich, und das Gefälle ist (abgesehen von der Abweichung der Oberfläche der stehenden Welle) dasselbe durch die ganze Länge des Sees. Neben den schon früher angezogenen Gründen mag auch dieser Umstand viel dazu beitragen, dass unser Plattensee viel unregelmässigere Wasserstandschwankungen aufweist, als die tiefen Alpenseen. Die eigenen regelmässigen Schwankungen der einzelnen Teilbecken lieferten sehr schöne Diagramme gegenüber jenen der Längsschwingungen des ganzen Sees. Diese verzeichnet sich nur dann regelmässig, wenn die Amplitude gering ist, während die Sonderschwingungen der Teilbecken Wellen liefern, deren Höhe jener der Alpenseen nahe kommt.

Fasst man die Resultate zusammen, so erweist sich ohne jeden Zweifel, dass die Strömung in der Szántóder Enge nur kurze Zeit mit dem Winde geht, bei Vergrösserung der Denivellation, aber dem Gefälle nach, also entgegen dem Winde läuft. Eine Vergleichung der Rheogramme und Limnogramme zeigt mit Sicherheit, dass die Denivellation selbst dann noch lange Zeit hindurch anwachsen kann, wenn das Wasser im ganzen Querschnitt dem Winde entgegen, also dem Gefälle nach strömt. Mit der Vergrösserung der Denivellation verstärkt sich auch der Gegenstrom, und erreicht sein Maximum kurz nach dem Maximum der Denivellation. Es ist also unzweifelhaft erwiesen, dass die Windstauung in der Tat einen sehr beträchtlichen Gegenstrom bewirkt, der in Becken einfacher Form zugleich mit der Denivellation beginnt, während er auf dem Plattensee infolge der Behinderung durch die Enge von Tihany etwas verspätet.

Ist die Ursache der Denivellation eine andere, z. B. plötzliche Aenderung des Luftdruckes, so ähneln die Strömungen noch mehr den Bewegungen in communicierenden Gefässen, da in diesem Falle der Gegenstrom nur nach Aenderung der wirkenden Ursache zu Stande kommt. In diesem Falle ist die Erscheinung also eine bedeutend einfachere.

Strömungen kommen natürlicherweise auch in den übrigen Teilen des Sees vor, da sie ja eine notwendige Folge der Denivellationen sind, doch entwickeln sie sich bei Weitem nicht in so einfacher Weise, wie unter den einfachsten Voraussetzungen. Becken- und Ufergestaltung, verschiedene locale Denivellationen modificieren die Topographie der Strömungen, und nur ihr Mittelwert kann der näherungsweisen Theorie entsprechen. Die morphologische Behandlung der Strömungen überschreitet den Ramen meines Gegenstandes, ich zog sie nur insoweit heran, als es der Zusammenhang mit der Frage der Denivellationen erforderte.

Anhang.

Nicht der Plattensee-Commission gebührt das Verdienst, die Wasserstände des Sees zuerst automatisch verzeichnen lassen zu haben. Herr Anton Hencz, Architect zu Keszthely, einer der gründlichsten Kenner des Plattensees, mass schon im Jahre 1890 mit registrierenden Pegeln. Die Beschreibung und Wirkungsweise seines Instrumentes teile ich nach seiner eigenen, der Commission brieflich eingesendeten Beschreibung mit:

«..Es fesselte mein Interesse zu wissen, ob das Wasser wachse oder abnehme, und ich ahnte auch einigermassen die Existenz einer periodischen Flut und Ebbe, die nur bei Ausschluss der vom Wind erzeugten Wellen pünktlich beobachtet werden kann. Ich liess daher nahe zum Ufer einen Brunnen graben, und verband denselben mit einem dünnen Rohre mit dem Wasser des Sees; darüber baute ich eine kleine Hütte, an deren Dach eine Rolle, an deren einer Seite ein Glasfenster, an der Rückwand ein nicht völlig verticales Reissbrett befestigt wurde. Darauf wurde eine geschlossene Blechkugel angefertigt und diese mittels einer über die Rolle geführte Schnur ins Wasser gesenkt. Das freie Schnurende wurde in geeigneter Höhe durch ein kleines Brett beschwert, das in der Mitte durchbohrt zur Aufnahme und Führung eines Bleistiftes eingerichtet war.

Je nachdem der Schwimmer in dem Brunnen sich hob oder senkte, bewegte sich auch der Bleistift, und da er auf dem ein wenig schief stehenden Zeichenbrette mit geringem Drucke lag, verzeichnete er seine Bewegung.

Damit die auf- und abwärtsgehenden Linien nicht sämmtlich übereinander fallen, ersann ich Taster, welche den Schreibstift bei jedem Maximum und Minimum seitlich ablenken; später erwies es sich aber, dass es genüge, die Leitschnur bei der ersten Einstellung soweit schief zu stellen, als es die Reibung des Bleistiftes erlaubte, um zu erreichen, dass die gezeichneten Linien 2—3 Tage hindurch getrennt werden. Erlaubte es dann meine Zeit, so wurde ein neues Papier aufgezogen, oder das alte verschoben, und zugleich die Zeit notirt.

Diese primitive Anordnung tat Jahre hindurch ihre guten Dienste: der mittlere Wasserstand war stets genau bekannt, und die Abweichungen, Maxima und Minima der Wellenbewegung waren genau erkennbar, nur deren Zeitpunkt konnte nicht auf Minuten genau bestimmt werden.

Dieser Limnograph wurde im Frühjahre 1890 angefertigt; seine Kosten beliefen sich auf etwa 50 fl. Die Limnogramme stellte ich, sobald ein exacterer Limnograph aufgestellt wurde, Herrn Ludwig von Lóczy zur Verfügung.»

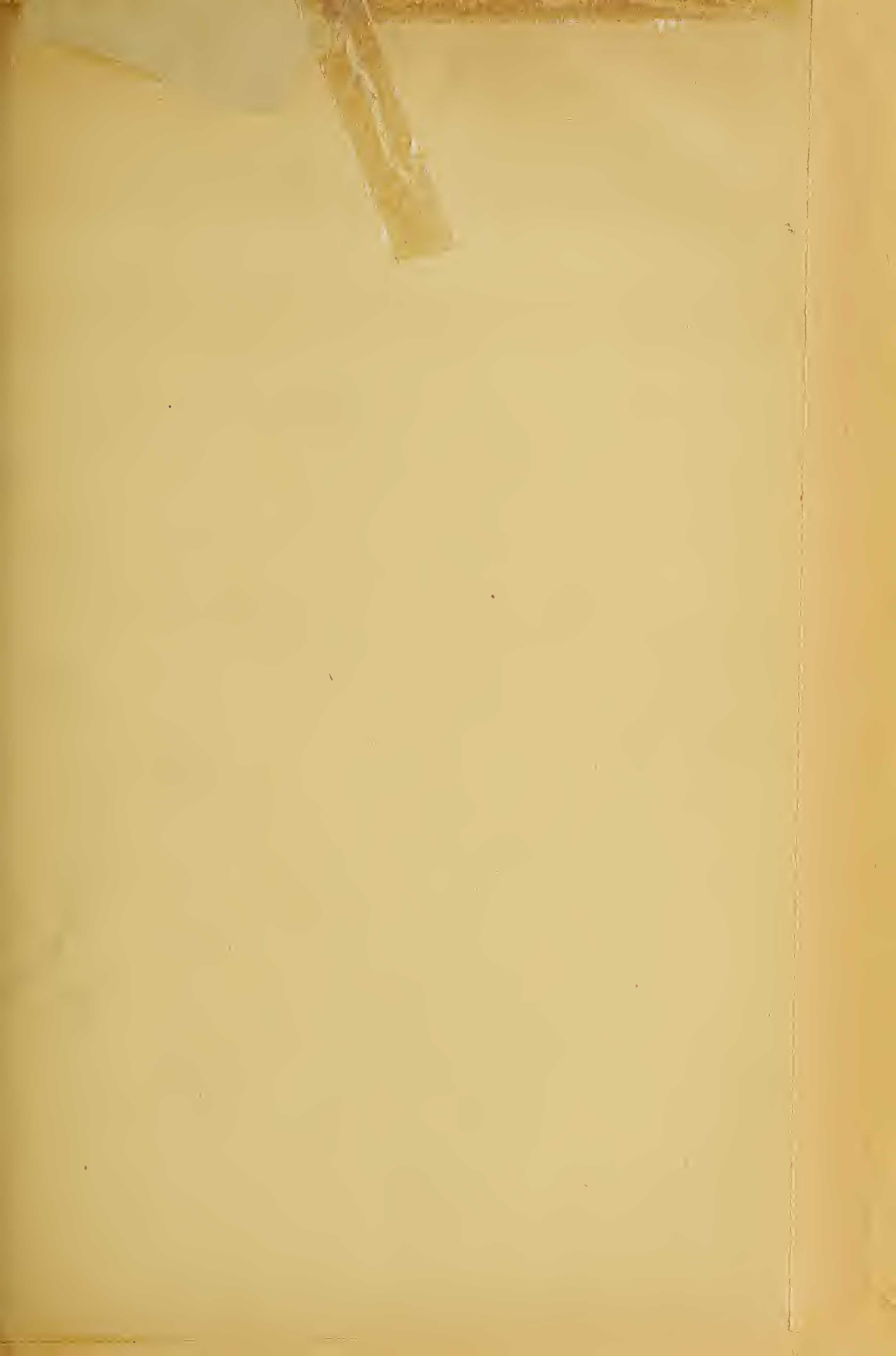
Auf den Diagrammen ist leicht zu erkennen, dass die Amplitude der Schwankungen 40—50 cm. beträgt, und dass sie sehr unregelmässig und dicht aufeinander folgen. Der Apparat hätte ganz gut functioniren können, wenn das Papier durch ein Uhrwerk gezogen worden wäre, was jedoch des Kostenpunktes halber umgangen wurde. Den Hauptzweck, nämlich die Bestimmung des Mittelwassers, erreichte man durch den Apparat ganz gut, derselbe ist aus den uns vorliegenden sehr complicirten Zeichnungen mit grosser Schärfe zu entnehmen.

Zeitweise notirte Herr Hencz auf die Zeichnungen auch die Richtung und Stärke des Windes, und man übersieht leicht, dass starke Schwankungen nur bei heftigem Winde auftreten, während bei ruhigem Wetter die Amplitude der Schwingungen bedeutend kleiner ist. Eine pünktliche Bestimmung des Zusammenhanges beider Factoren wäre natürlich auf Grund dieser Zeichnungen nicht möglich, doch können die elementarsten Folgerungen auch aus diesen schon gezogen werden. Vor der Untersuchung der neuen Limnographcurven machte mich Herr Hencz auf Grund seiner Aufzeichnungen schon aufmerksam, dass die Ursache der Seeschwankungen grösstenteils im Winde zu suchen sein werde.

— Ende des 3. Teiles vom I. Bande. —

INHALTS-VERZEICHNISS.





VIKTOR HORNYÁNSZKY, BUDAPEST.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.
PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

VIERTER THEIL.
ERSTE SECTION.
DIE KLIMATOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

VON

DR. JOHANN CANDID SÁRINGER.

ÜBERSETZT AUS DEM UNG. ORIGINALE.



MIT 84 TEXTFIGUREN, 51 TABELLEN UND 10 ZINKOGRAPHIRTEN KARTENBEILAGEN.

WIEN, 1898.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.



RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

HERAUSGEGEBEN VON DER
BALATONSEECOMMISSION DER UNG. GEOGR. GESELLSCHAFT.

DREI BÄNDE.

DER Ausschuss der Ung. Geographischen Gesellschaft beschloss in der ordentlichen Sitzung vom 7. März 1891 auf Antrag des Präsidenten die geographische Erforschung einzelner Gegenden des Ungarischen Reiches mit der gründlichen Untersuchung des Balatonsees zu beginnen, und übertrug die Aufgabe der wissenschaftlichen Erforschung dieses grossen heimatlichen Sees einer Commission. Die Plattensee-Commission constituirte sich am 15. März 1891 aus hervorragenden Fachmännern Ungarns und schritt sogleich ans Werk.

Da die Ung. Geographische Gesellschaft nicht über genügende Geldmittel verfügt, wäre das Ziel der Plattensee-Commission unerreicht geblieben, hätten nicht ***das Ministerium für Ackerbau, die ung. Akademie der Wissenschaften, das Comitat Veszprém und Herr Dr. Andor von Semsey*** in edler Opferfreudigkeit das Unternehmen gefördert, und die Commission mit bedeutenden Summen unterstützt.

Wir sprechen auch an diesem Orte unsern Fördern tiefgefühlten Dank aus, besondern den Herren Ackerbauministern GRAF ANDREAS BETHLEN, GRAF ANDOR FESTETICH und DR. IGNAZ VON DARÁNYI, die mehrere Jahre hindurch vorsehend Sorge trugen, dass die bedeutenden Kosten des wissenschaftlichen Unternehmens im Staatsbudget Deckung finde. Nicht minder fand die Commission in der dem k. ung. Ackerbauministerium einverleibten ***Hydrographischen Section*** und dem ***K. ung. Centralinstitute für Meteorologie*** wirksame moralische und materielle Stütze, indem die Herrn Sectionsräte JOSEF VON PÉCH und S. ALADÁR VON KOVÁCS als Chef und Vicechef der Hydrographischen Section die Bodenvermessung und Wasserstandregistrirung des Plattensees in das officielle Programm aufnahmen, und Herr Ministerialrat DR. NICOLAUS VON KONKOLY-THEGE, als Director des k. ung. meteorologischen Institutes unsere am Plattensee errichteten Stationen mit meteorologischen Instrumenten versah.

Mit besonderer Anerkennung sprechen wir auch den staatlichen- und Privatforstbeamten, den Verkehrsunternehmungen, den Anwohnenden des Balatonsees und den zahlreichen externen Mitarbeitern unsern Dank aus, teils für die eingesandten wertvollen Daten und Berichte, theils für die vielen Begünstigungen und die Gastfreundschaft, welche sie unseren Forschern erwiesen.

Die Resultate der fünfjährigen Arbeit treten nunmehr vor die Öffentlichkeit, und wir bauen darauf, dass sie durch die öffentliche Kritik dem in uns gesetzten Vertrauen entsprechend gefunden werden.

Den Anstoss zur Publication verdanken wir der hohen Regierung. Ihre Excellenzen, die Herren Minister DR. IGNAZ VON DARÁNYI für Ackerbau und DR. JULIUS WLASSICS für Cultus- und Unterricht wiesen aus dem Budget von den Jahren 1896—98 für die Veröffentlichung der Wissenschaftlichen Monographie des Balatonsees bedeutende Summen an, und stellten diese auch für die kommenden Jahre in Aussicht.

Die Arbeit erscheint in längstens zwei Jahren, in drei, dem vorliegenden Theile ähnlichen Bänden mit vielen Zeichnungen und Kartenbeilagen. Ihr Inhalt ist der folgende:

Die Fortsetzung befindet sich auf der dritten Seite des Umschlages.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

VIERTER THEIL.

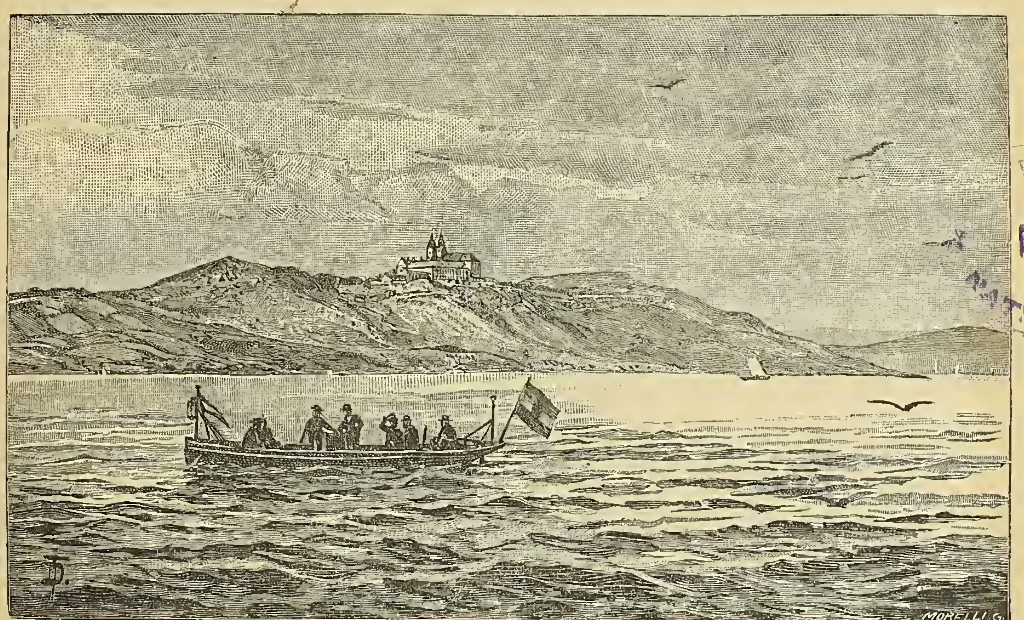
ERSTE SECTION.

DIE KLIMATOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

VON

DR. JOHANN CANDID SÁRINGER.

ÜBERSETZT AUS DEM UNG. ORIGINALE.





MIT 84 TEXTFIGUREN, 51 TABELLEN UND 10 ZINKOGRAPHIRTEN KARTENBEILAGEN.

WIEN, 1898.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.

K. u. k. Hofbuchdruckerei Viktor Hornyánszky Budapest.

I. SECTION.

DIE

KLIMATOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

VON

DR. JOHANNES CANDIDUS SÁRINGER

GYMN.-PROF. AUS DEM BENEDICTINER-ORDEN.



VORWORT.

Nachdem das Balaton-Comité auch die Beobachtung der meteorologischen Verhältnisse des Balaton in ihr Programm aufgenommen hatte, errichtete der Präsident des Comités, Univ.-Prof. Dr. Ludwig v. Lóczy, an den Ufern des Balaton mehrere Stationen, die zum Theil schon 1891, zum Theil aber erst 1893 an ihr Werk gingen.

Hiefür gebührt in erster Reihe dem Präsidenten des Comités, Herrn PROF. DR. LUDWIG V. LÓCZY, unser Dank, denn nur seiner Anregung ist es zuzuschreiben, dass auch nach dieser Richtung hin Forschungen angestellt werden konnten; ferner dem Herrn MINISTERIALRATH DR. NIKOLAUS V. KONKOLY-THEGE, der als Director der meteorologischen Centralanstalt die Güte hatte, die zur Beobachtung benöthigten Instrumente zur Verfügung zu stellen, endlich den an den einzelnen Stationen fungirenden Observatoren.

Dem Herrn Director der meteorologischen Centralanstalt schulde ich auch in persönlicher Sache besonderen Dank, unter Anderem dafür, dass er mir die Erlaubniss gewährte, meine Arbeit in den Anstalts-Localitäten beenden zu können. Zu gleich grossem Danke hat mich auch das Beamtencorps der Anstalt verpflichtet, das mir wann immer bereitwillig zu Hilfe stand, besonders aber war es der I. Assistent, Herr LUDWIG FRAUNHOFFER, der sich durch die immerdar freundliche und bereitwillige Ueberantwortung der Daten wirklich grosse Mühe verursachte.

Berlin, am 19. Juni 1897.

Dr. Johannes Candidus Sáringer.

I. CAPITEL.

EINLEITUNG.

Continentales und oceanisches Klima.

Auf einer aus dem gleichen Material bestehenden, überall die gleiche Oberfläche besitzenden und der Atmosphäre entbehrenden Erde würde sich der wichtigste klimatische Factor, die Temperatur, nach Maassgabe der Breitengrade derartig gleichmässig vertheilen, dass sich aus dem Wärmequantum der Sonne und der Energie der Wärmeausstrahlung die Vertheilung der Temperatur für jeden einzelnen Ort mit Leichtigkeit bestimmen liesse. Nun aber ist die Oberfläche der Erde beinahe nirgends ganz dieselbe, was auf die klimatischen Verhältnisse der einzelnen Orte gleichfalls einen überaus grossen Einfluss ausübt, und sodann besteht — mit Ausserachtlassung des vorhin erwähnten Umstandes — die Erdoberfläche aus zwei dem Einwirken der Sonnenstrahlen gegenüber sich gänzlich verschieden verhaltenden Stoffen: aus trockenem Lande und Wasser. Die Oberfläche des Trockenlandes ist schnell durchwärmt, nach innen zu geht aber diese Erwärmung nur langsam und in dünnen Schichten vor sich, was wiederum schnelle Abkühlung zur Folge hat; dass Wasser hingegen erwärmt sich, obwohl nur sehr langsam, auch in den tieferen Schichten, kühlt sich aber auch nur langsam ab. Auf dem Trockenlande erfolgt die maximale Sommerwärme nach dem höchsten Stande der Sonne, und die minimale nicht lange nach dem niedrigsten Stande derselben. Auf grossen Wasserflächen tritt sowohl die maximale, wie auch die minimale Wärme später ein. Das Meer mildert daher die grosse Wärme der anliegenden Landstrecken in eben dem Maasse, als sie die allzu grosse Abkühlung verhindert. Diese Einwirkung des Meeres auf das Festland vermindert nicht nur die Extreme der jährlichen Temperaturschwankungen in der Richtung nach + und —, sondern in ganz gleicher Weise auch der täglichen Extreme. Wie eingreifend die Differenzen in den täglichen Temperaturschwankungen von Orten mit continentalem und oceanischem Klima sein können, ist eine derart bekannte Thatsache, dass ich es unterlasse, mich diesbezüglich auf Beispiele zu berufen. Die Klagen der Reisenden, dass sie in der Sahara oder in den Wüsteneien Asiens tägliche Temperaturschwankungen von 30—40° ausstehen mussten, sind gegenüber den 1—2° betragenden Temperaturschwankungen des oceanischen Klimas zur Genüge einleuchtende Beweise. Die jährliche Temperaturschwankung betreffend, betrachten wir folgende Tabelle:

Ort	Geogr. Breite	Geogr. Länge	Temperatur in C⁰			Jahres-Schwandung
			Jahres	Januar	Juli	
Valentia	51° 54′	10°25′W	10·1	5·7	15·1	9·4
Oxford	51° 46′	1°16′W	9·4	3·6	16·2	12·6
Münster	51° 58′	7°38′E	9·1	1·3	17·3	16·0
Posen	52° 25′	17° 5′E	7·8	—2·7	18·3	21·0
Warschau	52° 13′	21° 2′E	7·3	—4·3	18·7	23·0
Kursk	51° 45′	36° 8′E	5·7	9·4	19·8	29·2
Orenburg	51° 46′	55° 7′E	3·3	—15·3	21·6	36·9
Barnaul-Semipalatinsk	51° 52′	80°30′E	1·7	—18·0	21·8	39·8

Aus der Tabelle sind die Differenzen, die in der Temperatur der Monate Januar und Juli, sowie der Jahresschwankung von unter ganz gleicher oder doch nur wenig verschiedener geographischer Breite liegenden Orte obwalten, ganz klar ersichtlich. Bei oceanischem Klima ist ferner auch die Veränderlichkeit der Temperatur, d. i. die mittlere Differenz der mittleren Temperatur zweier aufeinanderfolgender Tage, eine viel geringere; ferner entsprechen auch die mehrjährigen mittleren Temperaturen der einzelnen Monate einander viel besser, oder anders gesagt, bei oceannischem Klima sind die Temperatur-Anomalien viel geringer als bei dem continentalen.

Auch bei den anderwärtigen climatologischen Factoren stossen wir auf den Unterschied zwischen den zwei Klimaten. Der Feuchtigkeitsgrad der Luft verringert sich je mehr man sich vom Ocean entfernt, obwohl die Tension sogar im Innersten der grossen Wüsten eine grosse ist. In Folge der grossen Wärme aber bleibt die relative Feuchtigkeit eine ganz geringe. Im Winter ist die relative Feuchtigkeit der Binnenländer der grossen Kälte wegen eine grosse, ja grössere als die der Küstenstriche. Bewölkung und Niederschlag vermindern sich, je mehr man sich vom Meere weg nach innen zu begibt.

Alle diese klimatischen Unterschiede, beziehentlich das grössere oder geringere Vordringen des oceanischen Klimas ins Binnenland hinein, werden durch die in den einzelnen Jahreszeiten sich sowohl auf dem Festlande, wie auch auf dem Meere in ganz verschiedentlicher Weise vertheilenden Depressions- und Maximum-Gebiete und in Folge dessen durch die verschiedenen Windrichtungen regulirt. Ueber diese Frage werde ich mich übrigens im nächsten Capitel des Weiteren aussprechen. Hier will ich nur noch erwähnen, dass der Einfluss der Winde auf das Klima besonders durch die grossen climatischen Unterschiede zwischen den westlichen und östlichen Küsten der Continente bewiesen wird.

Der Einfluss des «Ungarischen Meeres» auf die Balaton-Gegend wird im Verhältnisse zu den skizzirten tiefeingreifenden Einflüssen natürlich nur ein ganz verschwindend kleiner sein. In Folge seines kleinen Areales und der grossen Seichtigkeit ist seine Wassermenge desselben durchaus ungenügend, um in der unmittelbaren Seegegend Veränderungen grösseren Maassstabes herbeizuführen, geschweige dass sich die durch den See hervorgerufenen geringfügigen Veränderungen auf weitere Gebiete erstrecken könnten.

In seinen Temperaturverhältnissen schmiegt er sich überaus schnell an die Temperaturverhältnisse des Trockenlandes an, was in dem Sinne gemeint ist, dass sowohl das Tages- wie auch das Jahres-Temperatur-Maximum kurz nach dem Maximum des Trockenlandes erfolgt. Trotzdem besitzt der See dennoch eine nicht nur in einzelnen Fällen, sondern auch *aus den Mitteln eruirbare* Einwirkung auf die Gegend, so dass ich mich nicht einzig auf die rein descriptive Behandlung der climatischen Verhältnisse der Balaton-Gegend zu beschränken, sondern auch die Einwirkungen selber zu demonstriren habe. Dieselben werden aber als Localeinwirkungen nur bei jenem Factor ersichtlich werden, der auch bei dem Vergleiche zwischen dem oceanischen und dem continentalen Klima immerdar den grössten Unterschied darbietet, nämlich bei der Temperatur. Bei den anderen Factoren können dieselben als locale Einwirkungen mit Gewissheit nirgends bestimmt werden.

Die meteorologischen Stationen.

Die Stationen, von denen ich mein Datenmaterial schöpfte, befinden sich theils unmittelbar am Ufer des Balaton, theils in geringerer Entfernung von demselben.

Bei der Wahl der entfernteren Beobachtungsstationen war ich vor Allem bestrebt, vom Balaton aus in allen Windrichtungen Transdanubiens wenigstens je eine Station zu besitzen. Südlich vom Balaton wählte ich jedoch mehrere Punkte theils deshalb, da ich wegen des hier gewöhnlich vorherrschenden Nordwindes und des minder gebirgigen Gebietes halber die Grösse der Einwirkung des Balatons besonders nach dieser Richtung hin erforschen wollte, theils aber, weil diese Arbeiten im engen Zusammenhange mit den phytophenologischen Verhältnissen standen. Meine Stationen sind die folgenden:

Keszthely: $\lambda = 34^0\ 54'$, $\varphi = 46^0\ 46'$, (Ö. v. Ferro), H = 117 m. Die Beobachtungen begannen 1871 und erstrecken sich auf alle klimatischen Factoren.

Badacsony-Tomaj: $\lambda = 35^0\ 11'$ $\varphi = 46^0\ 49'$, H = 128 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1891.

Tihany: $\lambda = 35^0\ 34'$, $\varphi = 46^0\ 55'$, H = 189 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1891.

Balaton-Füred: $\lambda = 35^0\ 34'$, $\varphi = 40^0\ 58'$, H = 146 m. Wir besitzen zwe verschiedene Beobachtungsserien von zwei nahe liegenden Orten, es sind dies von 1874 an die Notizen des Benedictiner-Pfarrers Alfred Jalsovits und von 1886 an diejenigen des Volksschuldirectors Georg Kanovics, aus der Elisabeth-Waisen-Anstalt bei *Arács*, die ungefähr $1^1/_2$ Km. vom Bade Balaton-Füred und um 60 Meter höher als die untere Station liegt. Ich bediente michals gänzlich zuverlässig zumeist nur dieser letzteren Daten.

Almádi: $\lambda = 30^0\ 41'$, $\varphi = 47^0\ 2'$, H = 110 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1891.

Kenese: $\lambda = 35^0\ 47'$, $\varphi = 47^0\ 2'$, H = 117 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1893.

Siófok: $\lambda = 35^0\ 43'$, $\varphi = 46^0\ 54'$, H = 112 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1891.

Boglár: $\lambda = 35^0\ 20'$, $\varphi = 46\ 47'$, H = 110 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit August 1891.

Városhidvég: $\lambda = 35^0\ 57'$, $\varphi = 46^0\ 49'$, H = 122 m. Die Aufzeichnungen währen seit 1881. Luftdruck wird nicht notirt. Der Monat September weist in den meisten Jahren Unterbrechungen von mehreren Tagen auf, weshalb ich die Daten dieses Monates durch die anderer Stationen ergänzen musste.

Zala-Egerszeg: $\lambda = 34^0\ 31'$, $\varphi = 46^0\ 51$, H = 156 m. Der Niederschlag wird seit 1883, die Temperatur seit 1890 gemessen. Die Temperatur ergänzte ich nach der Vergleichung mit Keszthely auf 20 Jahre.

Nagy-Kanizsa: $\lambda = 34^0\ 40'$, $\varphi = 46^0\ 27'$, H = 166 m. Die Aufzeichnungen geschahen in den Jahren 1874—1884. Ergänzte dieselben mit Pécs auf 20 Jahre.

Kaposvár: $\lambda = 35^0\ 28'$, $\varphi = 46^0\ 22'$, H = 142 m. Die Aufzeichnungen beginnen mit 1878. Ergänzt mit Fünfkirchen auf 20 Jahre.

Szálka: $\lambda = 36^0\ 18'$, $\varphi = 46^0\ 17'$, H = 168 m. Temperatur und Niederschlag werden seit 1881 notirt. Die Temperatur verglich ich mit derjenigen von Pécs und ergänzte sie auf 20 Jahre.

Pécs (Fünfkirchen): $\lambda = 35^0\ 54'$, $\varphi = 46^0\ 6'$, H = 252 m. Die Aufzeichnungen fliessen seit 1871.

Von diesen Stationen standen mir am Balatonufer selber zwei Hauptstationen zur Verfügung, nämlich Keszthely und Balaton-Füred, ferner in etwas grösserer Entfernung Városhidvég. Die anderen, sich unmittelbar neben dem Balaton befindlichen Stationen, die ihre Aufzeichnungen seit 1891 oder 1893 führen, benützte ich blos für Temperatur und Niederschlag, Almádi und Siófok jedoch auch bei den Windverhältnissen.

Sodann arbeitete ich auch die Aufzeichnungen Kalocsas auf, die ich zum Theil an den später anzuführenden Stellen benütze.

Als ordentliche Station diente noch *Pannonhalma* (Ábtei Martinsberg), $\lambda = 35^0\ 26'$, $\varphi = 47^0\ 33'$, H = 282 m., wo die Aufzeichnungen seit 1874 fliessen und die ich meiner Arbeit «Pannonhalma Éghajlata» (Das Clima von Pannonhalma) schon bearbeitet fand.

Ausser den angeführten Stationen bediente ich mich noch mehrerer anderer; beim Lufdrucke auf Grund des später anzuführenden HANN'schen Werkes, bei der Temperatur auf Grund des «A meteorologiai és földdelejességi m. kir. központi intézet 1890. Évkönyve» (Jahrbuch der kön. ung. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus pro 1890) und besonders vieler bei den Windverhältnissen auf Grund des neuesten Werkes von KABOS HEGYFOKY «A szél iránya magyar szent korona országaiban» (Die Windrichtung in den Ländern der St. Stephanskrone), indem ich ausser meinen Daten die in diesem Werke für Transdanubien angegebenen Daten in ihrer ganzen Ausdehnung benützte.

Ueber die Behandlung der klimatischen Factoren.

Noch einige Worte über die Aufeinanderfolge der Behandlung der climatischen Factoren und die in diesem Werke angenommene Zeitperiode.

Ich beginne mit dem Luftdrucke und den Windverhältnissen, nicht als ob ich diese beiden Factoren für die wichtigsten klimatischen Factoren halten würde, sondern weil die unmittelbar wirkenden klimatischen Einflüsse, die Temperatur,

relative Feuchtigkeit, Bewölkung und der Niederschlag in vielen Beziehungen von ihnen abhängen. Luftdruck- und Windverhältnisse pflegt man auch Wetterträger zu nennen; den Luftdruck, von dem die Windverhältnisse abhängen des Ferneren, diese als eigentlichen oder sogenannten wetterbringenden Factor des Näheren. Auf diese Weise brächte es also auch die natürliche Reihenfolge mit sich, unsere Abhandlung mit dem Luftdruck und den Windverhältnissen zu beginnen. Jedoch machen es auch der Zweck und leichtere Brauchbarkeit eines vergleichenden klimatischen Werkes erwünscht, dass diese beiden Factoren gleich anfangs abgehandelt werden, da man sich — als auf den wirkenden Factor — besonders auf den Wind des Oefteren berufen muss.

Beim Luftdrucke und der Temperatur nahm ich behufs Reduction der Daten auf eine gleiche Zeit die sich von 1874—1893 erstreckenden 20 Jahre an; einerseits deswegen, weil mir über diese Zeit aus Keszthely und Pécs, nach denen die Reduction vollzogen wurde, vollständige und mangellose Daten zur Verfügung standen, andererseits, weil ich so auch aus den Aufzeichnungen der zu reducirenden Stationen mehr Jahre benützen konnte, als wenn ich die sich von 1871—1890 erstreckenden 20 Jahre angenommen hätte. Ausserdem beginnen die Aufzeichnungen der am Balaton befindlichen kleineren Stationen mit 1891 und ich wollte hiedurch erreichen, dass auch die Daten dieser kleineren Stationen wenigstens aus zwei solchen Jahren herrühren, die in die zwanzigjährige Periode hineinfallen. Am liebsten hätte ich, zugleich auch den Wünschen des internationalen meteorologischen Congresses Rechnung tragend, die zwanzigjährige Periode 1876—1895 gewählt; da mir jedoch von den beiden letzten Jahren keine «Jahrbücher» zur Verfügung standen, und mir auch die Zeit mangelte, ausser den Temperaturveränderungen und dem wahrscheinlichen Niederschlage auch die anderweitigen Factoren der genannten Stationen aus den Originalen zu bearbeiten, war ich bemüssigt, mich dieses Planes zu entschlagen.

II. CAPITEL.

Luftdruck und Wind.

Seit dem neueren Windgesetze sind in vergleichenden climatischen Arbeiten diese beiden Factoren von einander unzertrennlich. Dieselben befinden sich in einem engen Causalitäts-Verhältnisse; die Vertheilung des Luftdruckes gibt — von localen Einflüssen abgesehen — auch die Vertheilung der Windrichtungen an. Daher denn die wichtige Rolle des Luftdruckes in climatischen Arbeiten. Denn der Umstand, dass der Luftdruck an höhergelegenen Orten kleiner ist als an niedriger gelegenen, verliert für die meisten Gegenden seine climatologische Bedeutung, indem der Organismus den Einfluss des geringen Luftdruckes überhaupt nicht verspürt. Gleichfalls unbedeutend ist die Einwirkung des Luftdruckes auf das Clima, und zwar deshalb, da an einem und demselbe Orte bei kleinerem Luftdrucke — und im Uebrigen unveränderten Zuständen — die Verdunstung eine viel grössere ist. Seitdem man jedoch weiss, dass die Vertheilung der Klima-

träger, der Windrichtungen nämlich, von der Vertheilung des Luftdruckes abhängt, seither erhielt auch der Luftdruck seine gewichtige klimatische Rolle.

Den zwischen beiden bestehenden Zusammenhang erläutern zwei ganz kurze Gesetze. Nach dem Gesetze von Buys-Ballot strömt die unter höherem Luftdrucke stehende Luft nach Orten mit niedrigerem Luftdrucke, wobei nach dem Stevenson'schen Gesetze die Windstärke von den barometrischen Gradienten, d. i. jenem Druckunterschiede abhängt, den wir auf den Isobaren in senkrechter Richtung abmessen und auf eine bestimmte Längeneinheit beziehen (zur Zeit 1° des Aequators = 111 Km.). Die Windrichtungen können dem ersten Gesetze zufolge an welch' immer Stelle gemessen werden, wobei hinzugefügt werden muss, dass auf der nördlichen Halbkugel die Windrichtung in Folge Achsendrehung der Erde nach rechts, auf der südlichen Hemisphäre aber nach links abweicht. Auf irgend einem unter maximalen Luftdruck liegenden Gebiete, von welchem die Luft nach jeder Richtung hin frei wegströmt, nehmen auf der nördlichen Halbkugel die Windrichtungen folgende Form an:

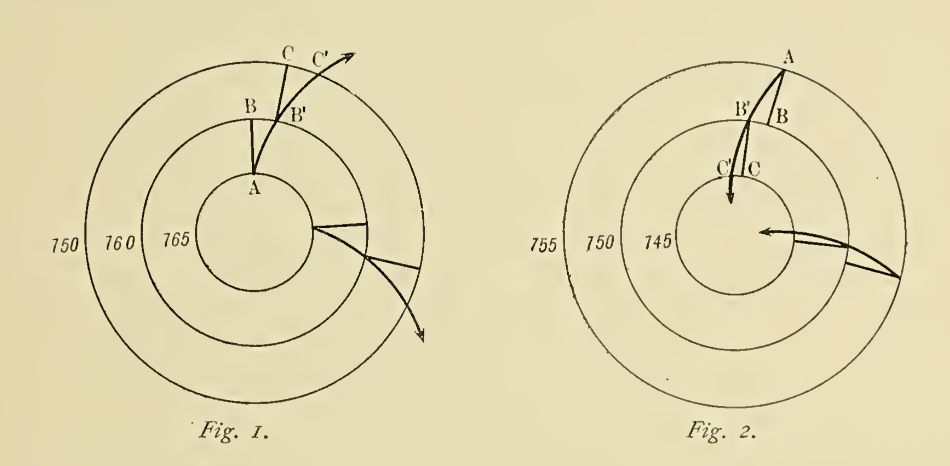


Fig. 1. *Fig. 2.*

Irgend ein Luftpartikelchen *A* (Fig. 1) strebt von seinem unter höherem Luftdrucke gelegenen Orte nach *B* zu, wird jedoch nicht nach *B* gelangen, denn ganz einerlei, ob man nun auch das Princip von der Erhaltung der Ferrel'schen Ebene oder das von Siemens'sche Princip der Erhaltung der Kraft annimmt, wird dasselbe von seiner ursprünglichen Richtung abweichen und nach *B* gelangen, was continuirlich und mit jedem einzelnen Luftpartikelchen der Fall ist.

An einem unter minimalen Luftdrucke stehenden Orte, wohin die Luft aus allen Richtungen zuströmt, werden auf der nördlichen Hemisphäre die Windrichtungen folgende Gestalt annehmen:

Das aus dem *A*-Punkte wegstrebende Luftpartikelchen (Fig. 2) wird aus demselben Grunde wie im vorhergehenden Falle nicht nach *B*, sondern nach B^1 gelangen u. s. w.

Nachdem sowohl auf den Gebieten mit maximalem, als auch auf denen mit minimalen Luftdrucke die gesammten Luftpartikelchen einem und demselben Gesetze gehorchen, lassen sich die Windrichtungen der maximalen und minimalen Gebiete im Ganzen nach dem Schema der 3. und 4. Figur bildlich darstellen:

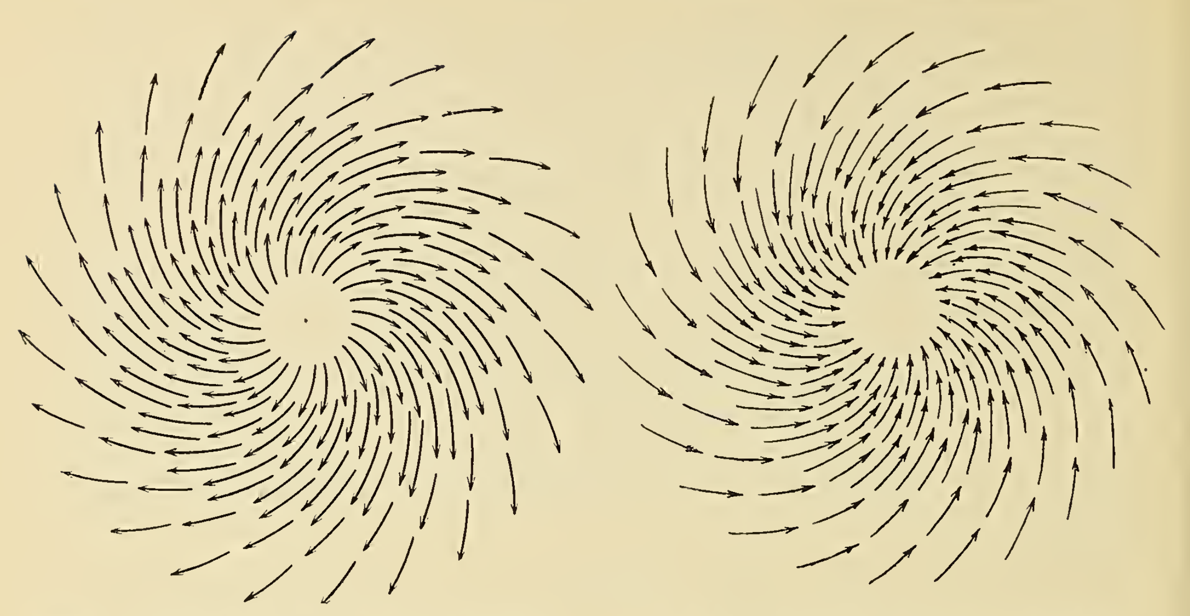


Fig. 3. Anticyclone auf der nördl. Hemisphäre. *Fig. 4. Cyclone auf der nördl. Hemisphäre.*

Auf solche Weise erhielten wir die sogenannte anticyclonale und cyclonale Luftcirculation auf der nördl. Halbkugel. Eigentlich gehören jedesmal zwei cyclonale und zwei anticyclonale Gebiete zusammen, auf die Weise, dass dem cyclonalen, beziehentlich anticyclonalen Gebiete auf der Erdoberfläche, oberhalb demselben und zwar in grösserer Höhe davon, ein anticyclonales, beziehungsweise cyclonales Gebiet entspricht, die einander ergänzen. Das anticyclonale Gebiet wird durch reines, stilles, im Sommer warmes, im Winter zumeist kaltes Wetter charakterisirt, ferner dadurch, dass in demselben die Wärme mit der Höhe zunimmt, die Winde sind zumeist schwach, veränderlich und Windstillen häufig. Diese beiden letzteren Züge charakterisiren zwar auch cyclonale Gebiete, deren Wetterverhältnisse im Folgenden specialisirt werden können:

Das in Fig. 4 mitgetheilte cyclonale Gebiet wird durch eine von SW nach NE gehende Gerade in zwei Hälften, eine westliche und eine östliche, getheilt, jene ist die hintere, diese die vordere Hälfte des cyclonalen Gebietes. Der zwischen beiden bestehende climatische Unterschied lässt sich in Kürze folgendermaassen beschreiben:

	Hintere Seite.	Vordere Seite.
Windrichtung:	O, NO, N, NW, W.	W, SW, S, SO, O.
Barometer:	steigt	sinkt
Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung	sinkt	steigt
Niederschlag:	nimmt ab.	gewöhnlich stark.

Während die Anticyclone an bestimmten Orten für gewöhnlich stetigeren Charakter zeigt, ist es für die Cyclonen charakteristisch, dass sie im fortwährenden Ortswechsel begriffen sind und in gewisser Richtung nach vorwärts schreiten. Zu uns gelangen die Cyclonen für gewöhnlich von jenseits des Atlantischen Oceans her, um sich, nachdem sie Frankreich durchquerten und sich mit dem im

westlichen Theile des Mittelländischen Meeres entstehenden Cyclonen vereinigt haben, auch unser Vaterland durchschreiten und nach dem Inneren Russlands zu vorstossen.[1]

Nachdem, entgegen der DOVE'schen Theorie, das Gesetz von BUYS-BALLOT zur Geltung gelangte, gingen die Klimatologen überall auf die Suche nach Cyclonen aus und fanden sie auch. Doch sind in der Aequator-Gegend keine im eigentlichen Sinne des Wortes cyclonischen Luftbewegungen herrschend, sondern wir stossen statt dessen, wegen der kleineren Ablenkung der Luftbewegung auf die DOVE'schen Passate und Antipassate als andauernde Windrichtungen, und zwar auf die Weise, dass auf der nördlichen Hälfte des Aequators der NO, auf der südlichen Hälfte der SO der herrschende und beinahe ausschliessliche Wind ist. (Nachdem der thermische Aequator nördlich vom Erdaequator liegt, liegt auch die Grenze zwischen den NO- und SO-Winden nördlich davon.) Die eigentliche cyclonale Luftbewegung beginnt nördlich und südlich vom Aequator durchschnittlich bei 30°. In diesen Gegenden befinden sich an einzelnen Orten zu jeder Jahreszeit mehr oder weniger an denselben Stellen vorkommende maximale oder minimale Gebiete, unter deren Einfluss die allgemeine Luftbewegung dieser Gebiete steht. Diese maximalen und minimalen Gebiete vertheilen sich mit Einschluss des aequatorialen Depressionsgürtels folgendermaassen auf der Erde:

Nördl. polare Maximal-Gegend		760·7	mm.
Nördl. subpolare Depression	66° N	758·2	»
Nördl. subtropischer Maxim.-Gürtel	34° N	762·4	»
Aequat. Depressions-Gürtel	8° N	757·8	»
Südl. subtropischer Maxim.-Gürtel	28° S	763·7	»
Südl. subpolare Depression	?	?	
Südl. polare Maximal-Gegend	?	?	

Die allgemeine Luftbewegung hängt von dieser Vertheilung des Luftdruckes ab, neben welcher jedoch die an einzelnen Orten stattfindende Entwickelung kleinerer maximaler oder minimaler Gebiete auf die Windrichtungen und daher auch auf das Klima von grossem Einflusse ist. Die für Ungarn geltenden durchschnittlichen Luftdruckverhältnisse und Windrichtungen werde ich in Kürze noch vorher anführen, ehe ich die, die Balatonsee-Gegend betreffenden allgemeinen Einflüsse und specifischen Eigenheiten abhandeln werde.

Noch möchte ich zweier eigenthümlicher Arten der cyclonalen Luftbewegungen Erwähnung thun, die gleichfalls in den Rahmen unseres Gegenstandes gehören: nämlich den Meer- und Landwind an den Küstengegenden stehender Gewässer und den Berg- und Thalwind der Gebirgsgegenden.

Was an den Meeresküsten der tropischen Gegenden Tag für Tag vor sich geht, dass während des Tages in Folge der rascheren und energischeren Erwärmung des Trockenlandes nach dem Binnenlande zu eine untere und dem Meere zu eine obere Luftströmung entsteht, während Nachts in Folge der schnellen Abkühlung der Erde die entgegengesetzten Strömungen entstehen: ist auch in unserer Gegend an den Ufern grösserer stehender Gewässer, wiewohl in kleinerem Maassstabe, eine tag-

[1] HABENICHT: Die Zugsstrassen der barometrischen Minima auf der atlantischen Seite der Nordhemisphäre und ihre Ursachen; Rundschau, Jahrg. 1898. Heft 11

tägliche Erscheinung und an klaren, stillen Sommertagen recht gut wahrnehmbar. Balaton-Füred (das Bad) gehört unter diejenigen Orte der Balatonsee-Gegend, wo im Sommer und Frühherbste windstille Witterung vorherrschend ist. An solchen Tagen bringt dann die Sonne ihre ganze Kraft zur Geltung. In grösserer Entfernung vom See herscht an diesen Tagen drückende Hitze und dennoch wie angenehm ist dann der Aufenthalt am Balatonufer, auf den Bänken unter der Allee. Es ist eben nicht allein die Kühlung des Schattens, die dem Erquickung Suchenden hier zutheil wird, sondern hinter der milden Luft der Alleen verbirgt sich noch irgend etwas Erfrischendes und Erquickendes. Und doch ist es einzig nur das leise Flüstern der Blätter, das laue Lüftchen verrathend, das uns der Balaton ins Gesicht haucht. Herrscht vollständige Windstille, so vermengt sich mit dem Säuseln des Laubes höchstens noch das auch bei ganz ruhigem Wetter nicht aufhörende, rythmische Anschlagen der Balatonwellen. Nirgends auch nur die Spur eines Lüftchens und dennoch verrathen zwei Momente: das Gemurmel des Wellenanschlages und die säuselnden Blätter, dass rings um sie das Leben webt und uns der Luftstrom umschwebt. Diese schwache, zumeist nur an dem angenehm kühlen Lüftchen erkennbare Luftströmung ist nichts anderes, als die von der Seeoberfläche her auf uns zuströmende kühlere Luft; das Ganze der dem Binnenlande zustrebende Unterstrom einer kleinen cyclonalen und anticyclonalen Luftbewegung. Ganz anders steht das Verhältniss in den späten Nachts- oder frühen Morgenstunden, zu welcher Zeit die Hitze auch unmittelbar am See-Ufer erdrückend ist. Dann ist eben der Unterstrom der Seefläche und der Oberstrom dem Lande zu gerichtet. Diese bei uns kaum wahrnehmbare kleine Luftströmung ist für die Bewohner der tropischen Küsten ein wahrer Segen. Wie oft erwarten dieselben am Morgen, beziehentlich am Vormittag die Ankunft des Meereswindes mit leicht begreiflicher Sehnsucht! Stimmt dann zufällig auch der herrschende Wind mit dem Meerwinde überein, so verstärken sich beide gar oft zu einem wahrhaften Orkane.

In Gebirgsgegenden sind Ursache und Wirkung ganz dieselben, an die Stelle des Sees ist dann das Gebirge, an die Stelle des Trockenlandes das Thal zu setzen. Am Tage weht im Thale der Gebirgswind, Nachts, oben am Berge, beziehentlich an den Abhängen der Thalwind.

All das Vorgebrachte glaubte ich behufs Orientirung und zum Verständniss des Späteren nothwendigerweise vorausschicken zu müssen. Bevor ich mich über die Luftdrucks- und Windverhältnisse der Balatonsee-Gegend des Eingehenderen verbreite, möchte ich jedoch noch Einiges über eben diese Verhältnisse, so wie sie für ganz Ungarn giltig sind einflechten, um sodann in dieses allgemeine und skizzenhafte Gemälde die detaillierte und mehr erschöpfende Bearbeitung der Balaton-Gegend umso leichter und methodischer einfügen zu können.

A) *Allgemeine Charakteristik des Luftdrucks und der Windverhältnisse für Ungarn.*

Nachdem Ungarns klimatologischer Zustand durch seine eingekeilte Lage zwischen Gegenden mit oceanischem und continentalem Klima bedingt ist, geräth dieser bald unter den Einfluss oder die Herrschaft des einen oder des andern der beiden Klimate. Auf die allgemeine Luftbewegung besitzt die nördliche subpolare Depression grossen Einfluss, doch weist das Land in Folge der eigenthümlichen landschaftlichen Formation — ein beinahe von allen

Seiten umschlossenes, bergumrahmtes Becken — zufolge des in demselben zu jeder Jahreszeit auffindbaren Depressions-Gebietes auch in Betreff der Luftströmung eine gewisse Selbstständigkeit auf. Auf Grund der Arbeit HANN's: «Die Vertheilung des Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa»[1] kann ich die Luftdrucks- und Windverhältnisse für die einzelnen Jahreszeiten im Folgenden skizziren:

Im Winter befindet sich in Ungarn je ein maximales Gebiet in der westlichen und östlichen Hälfte des Landes, jenes im südlichen Theile der Ostalpen, in den Gegenden der Enns, Mur und Drau, dieses in Siebenbürgen; dazwischen bilden Transdanubien und das Alföld ein depressionales Gebiet. Dieses depressionale Gebiet zur Winterszeit erklärt HANN damit, dass zwischen zwei maximalen Gebieten schon an und für sich Neigung zur Depressionsbildung besteht, die durch die darüber hinziehenden atlantischen Cyclonen, die in dieser Zeit auf unser Klima von grossem Einflusse sind, nur noch verstärkt wird. In der westlichen Hälfte Ungarns herrschen im Allgemeinen SW, W, NW, N, in der östlichen Hälfte N, NO, O, im Norden N- und im Alföld S-Winde, umso mehr, da in Russland schon im Januar ein drittes Maximum auftritt. Während unter dem Einflusse der vom Atlantischen Ocean herwehenden Cyclonen der Winter mild und an Niederschlägen reich zu sein pflegt, ist derselbe, wenn wir ganz unter den Einfluss des mitteleuropäischen Maximums gelangen und dazu noch die Gegend von Schnee bedeckt ist, zumeist klar und strengkalt, wie z. B. der strenge Winter von 1879/80.

Im Frühjahre bildet Ungarn wieder ein minimales Gebiet mit einem Hauptminimum in der Gegend der Theiss, Szamos und der Vereinigung der drei Körös-Flüssen und einem zweiten für ganz Mitteleuropa wichtigen Hauptminimum im Süden. Das eigentliche Centrum dieses letzteren befindet sich im nördlichen Theile der Balkan-Halbinsel und tritt zumeist Ende April oder in der ersten Hälfte des Mai auf, zu welcher Zeit sich im Gegensatze hiezu in der nordwestlichen Hälfte Europas das Barometer zu heben pflegt. Diese Lage und die scharfen, in der Richtung N, SW streichenden, continentalen Winde erklären auch die Frostheiligen. Das Hauptmaximum liegt dann im Südwesten.

Im Sommer findet man auf dem Trockenlande zumeist minimale Gebiete entgegen dem von uns westlich ruhenden grossen atlantischen Maximum. Im Allgemeinen sinkt das Barometer von Westen gegen Osten und das Hauptminimum befindet sich in Russland. Eine derartige Anordnung der maximalen und minimalen Hauptgebiete erklärt denn auch den grossen Einfluss, den der Atlantische Ocean auf unser Klima gerade in dieser Jahreszeit ausübt und die W- und NW-Winde.

Im Herbste verändert sich die Situation. Auf dem Trockenlande steigt das Barometer im Allgemeinen und während im September die Vertheilung des Luftdruckes in ganz Mitteleuropa eine ziemlich gleichmässige ist, bringt der October den wahren Herbst-Typus mit einem östlichen Maximum und westlichen Minimum mit sich. Während uns der Sommer das Maximum des oceanischen Einflusses brachte, zeigt der Herbst durchaus den continentalen Einfluss: die O- und SO-Winde erreichen das Maximum ihrer Häufigkeit, das Wetter ist das gleichmässigste, ruhigste und trockenste des ganzen Jahres. Dieses allgemeine Bild verändert sich jedoch für Transdanubien insofern, als hier ein Minimum auftritt, über das ich bei der Schilderung der Balaton-Gegend eingehender berichten werde.

[1] PENCK's Geographische Abhandlungen, II. Band. Wien, 1887.

B) *Luftdruck und Windverhältnisse der Balatongegend.*

In vergleichenden climatologischen Werken gehört der Luftdruck zu den heikelsten Fragen, da sich bei demselben die Aufmerksamkeit auf überaus vielerlei Umstände erstrecken muss, um in Wirklichkeit glaubwürdige und zur Vergleichung brauchbare Daten zu gewinnen. Ausser der Ableitung der wirklichen Mittel, die aus den Daten der um 7, 2 und 9 Uhr vorgenommenen Beobachtungen genau ausgerechnet werden können, sind in erster Linie die Barometer-Correction und die durch die Gravitation verursachte Correction von Wichtigkeit. Jene ist ein constanter Fehler des Barometers, diese der Luftdruck-Unterschied, den die an verschiedenen Orten der Erde verschiedene Grösse besitzende Gravitation hervorruft und dem dadurch abgeholfen werden kann, dass man die Daten aus diesem Gesichtspunkt auf den 45° N. Br. reduzirt. Wichtig ist ferner die genaue Meereshöhe, wegen der Reduction auf das gleiche Niveau und endlich die gleiche Periode, und die Reduction auf 0° C.

Die von mir gebrauchten, gesammten Daten habe ich nun all diesen Correctionen zum Theile selber unterzogen, zum Theile fand ich in den Jahrbüchern der Meteorologischen Centralanstalt schon reducirte Angaben. Auf die Meereshöhe sind die Daten nach jenen Höhenangaben reducirt, die ich in den Jahrbüchern fand und im I. Capitel beschrieb. Die Daten für Kaposvár und Nagy-Kanizsa reducirte ich in Uebereinstimmung mit Pécs auf 20 Jahre, so dass meine gesammten Daten die Jahre 1874—93 umspannen.

Uebrigens versuchte ich auch auf Grund jener von Keszthely die Luftdruck-Angaben von Balaton-Füred zu reduziren, erhielt aber einen so niedrigen Luftdruck als Resultat, dass er im Vergleiche mit den übrigen Angaben unmöglich eine Wiedergabe der reellen Verhältnisse sein kann, weshalb ich die Luftdruck-Angaben von Balaton-Füred als unreduzirbar ausscheiden musste.

Die Daten über Budapest, Kis-Czell, Kalocsa, Zágráb, Fiume und den dazwischen liegenden Orten schöpfte ich aus dem schon erwähnten Werke Hann's.

Trotz alldem konnte ich nicht so viel Stationen heranziehen, als dass ich die Isobaren des ganzen Jahres oder auch nur einiger Jahreszeiten aufzeichnen könnte. Doch halte ich das Aufzeichnen der Isobaren und Vorführung derselben auf einer besonderen Karte auch nicht für nothwendig, indem der enge Zusammenhang des Luftdruckes mit den Windrichtungen noch viel mehr in die Augen springt, wenn die Luftdruckverhältnisse mit den Windrichtungen zusammen auf einer Karte verzeichnet werden.

In dieser Form werde ich nun Luftdruck und Wind in fünf Karten vorführen, deren erste den Luftdruck und die herrschende Windrichtung des ganzen Jahres, die anderen vier — mit der Winterszeit beginnend — bei meinen eigenen Stationen den Luftdruck und die zwei herrschenden Windrichtungen, bei den übrigen aber nur eine Haupt-Windrichtung vorführen.

Nach dem Vorgebrachten gehe ich nunmehr zur Detailbeschreibung über.

Tabelle 1. **Der Luftdruck und die beiden Hauptwindrichtungen im ganzen Jahre.**

Stationen	Budapest	Pannonhalma	Kis-Czell	Keszthely	B.-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Kalocsa
Luftdruck	62·5	62·4	62·3	62·2	—	—	62·2	62·6	62·1	62·3
Zwei Haupt-Windrichtungen	NW N	W NW	N SW	N SO	N W	N NW	N S	SW W	N S	S N

Die erste horizontale Reihe zeigt den auf das Meeresniveau reducirten durchschnittlichen Jahres-Luftdruck, die zweite die beiden Haupt-Windrichtungen derart dass oben die häufigere, unten die an Häufigkeit zunächst kommende Windrichtung steht. Derselben Form werde ich mich auch später bei den einzelnen Jahreszeiten bedienen. Noch muss ich bezüglich der Karten bemerken, dass der befiederte Pfeil die häufigste, der kahle Pfeil die zweithäufigste Windrichtung bedeuten.

Obige Zusammenstellung in der Tabelle 1 zeigt nun in Ziffern dasselbe, wie das Kärtchen I; weil dieses aber ein übersichtlicheres Bild darbietet und mehr Angaben enthält, gebe ich nachstehend die Beschreibung dieses letzteren.

In den nördlich und nordöstlich vom Balaton liegenden Gegenden sind NW und W die herrschenden Windrichtungen, nordwestlich hievon herrscht im Allgemeinen die N-Richtung vor. In der unmittelbaren Balaton-Gegend und so auch auf dem See selbst, wie auch südlich von demselben ist wieder der N-Wind vorherrschend. Dabei fällt sogleich Kaposvár mit seiner SW-Haupt- und W-Secundär-Windrichtung in die Augen.

Behält man dieses hier skizzirte, jedoch noch ganz allgemein gehaltene Bild vor Augen und vergleicht damit die überaus einfache, aber practische Regel, dass: wendet man sich mit dem Rücken gegen die Windrichtung zu, das Minimum zur linken Hand ein bischen nach vorne fällt, so sieht man die vorherrschenden Windrichtungen sofort erklärt, wenn man bedenkt, dass mit Ausnahme des Sommers das Alföld zu jeder Jahreszeit ein depressionelles Gebiet ist. Doch sind wir durchaus nicht darauf angewiesen, uns an eine solche allgemeine Regel zu halten, denn auch die Karte I bietet uns hiefür eine Erklärung in den Luftdruckverhältnissen. Im nördlichen Theile Transdanubiens ist der Luftdruck höher, nach Süden zu niedriger, und zwar vermindert sich derselbe mit einer Regelmässigkeit, dass man die Isobaren, von Norden nach Süden zu fortschreitend, durch west-östlich laufende Paralell-Linien bezeichnen könnte. Doch fällt auch hier, gleichwie bei den Windrichtungen, vor Allem Kaposvár in die Augen, dessen Luftdruck ein verhältnissmässig hoher genannt werden muss.

Auffällig ist in der Balaton-Gegend noch, dass die secundäre Windrichtung Balaton-Füreds und Keszthelys eine beinahe direct entgegengesetzte und für sich allein dastehende ist. Im westlichen Theile des Balaton, in Keszthely, ist der SO die secundäre Windrichtung, die — wie wir sehen werden — für alle Jahreszeiten dieselbe bleibt; in Balaton-Füred nimmt dem gegenüber der W die zweite Stelle

ein. Während also die Haupt-Windrichtungen übereinstimmen und einem und demselben Minimum zugehören, theilt sich der Balaton in Bezug auf die secundären Windrichtungen in eine westliche und eine östliche Hälfte; die eine zeigt auf ein nach Westen, die andere Hälfte auf ein nach Osten, bezw. Nordosten zu liegendes Minimum. Dasselbe Verhältniss zeigt sich auf der östlichen Seite des Balaton, in Almádi und Siófok. Da ich jedoch aus diesen beiden Stationen nur kurze Zeit hindurch angestellte und hie und da lückenhafte Aufzeichnungen besitze, enthielt ich mich, die Windrichtungen in Procenten auszudrücken. Wenn jedoch zum Vergleiche mit Nachbarstationen oft schon ein bis zwei Aufzeichnungen genügen, so werden Daten, die für ein ganzes Jahr lauten, umso mehr einige vergleichende Beweiskraft besitzen. Für Almádi und Siófok gewinnen wir nun für das Jahr 1892, aus dem mir lückenlose Aufzeichnungen zu Gebote stehen, die folgende Windvertheilung:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Almádi:	223	26	62	16	44	118	39	106	464
Siófok:	39	48	25	9	50	55	96	163	615

Almádi bietet mit seiner nördlichen Haupt- und westlichen secundären Windrichtung dasselbe Bild, wie Balaton-Füred, während in Siófok beide Windrichtungen nach W neigen. Unter den herrschenden Winden finden wir die Richtung W noch in Városhidvég (NW) und Kaposvár (W). Es scheint daher, dass in dieser Gegend die W-Richtung, von Kaposvár angefangen, unter die herrschenden Windrichtungen eintritt.

Tabelle 2. **Der Luftdruck und die beiden Hauptwindrichtungen im Winter.**

Stationen	Budapest	Pannonhalma	Kis-Czell	Keszthely	B.-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Kalocsa
Luftdruck	64·9	65·7	64·8	64·9	—	—	64·4	65·7	64·5	64·8
Die zwei Haupt-windrich-tungen	W —	W NW	N —	N SO	N W	N S	S N	N SO	N S	S —

Vergleicht man die Tabelle 2 mit der Karte II, so findet man, dass im Winter die Vertheilung des Luftdruckes und der Winde im Allgemeinen mit dem Luftdruck und der Windvertheilung des ganzen Jahres übereinstimmt. Während die Windverhältnisse beinahe durchaus dieselben blieben, vermindert sich der Luftdruck von Norden nach Süden zu. In der westlichen und östlichen Küstengegend verblieben zwischen den Windrichtungen sowohl die Uebereinstimmung, wie auch der Gegensatz.

Die Winde von Almádi und Siófok sind für diese Jahreszeit des Jahres 1892 die folgenden:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Almádi:	*66*	11	16	4	13	*36*	5	*21*	104
Siófok:	15	16	3	1	17	13	*20*	*44*	146

Nur in Kaposvár sind andere Windrichtungen herrschend, als die in der Jahresvertheilung vorherrschenden. Davon später ein Mehreres.

Tabelle 3. **Der Luftdruck und die beiden Hauptwindrichtungen im Frühling.**

Stationen	Budapest	Pannonhalma	Kis-Czell	Keszthely	B.-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Kalocsa
Luftdruck	60·6	60·2	60·5	60·0	—	—	60·4	60·5	60·4	60·5
Die beiden Haupt-windrich-tungen	W —	NW W	N —	N SO	N W	N NW	N S	SW W	N W	S —

Vergleicht man die Tabelle 3 mit Karte III, so fällt sogleich der niedrige Luftdruck Keszthelys auf, von welcher Station in nördlicher und südlicher Richtung ein grösserer Luftdruck beobachtet wurde. Im Allgemeinen vermindert sich der Luftdruck von Osten nach Westen zu. Den niedrigen Luftdruck von Keszthely verursacht, wie wir später finden werden, der auch den übrigen Stationen gegenüber überaus niedere Luftdruck des Monats März, zu welcher Zeit auch die Windesverhältnisse einer in der Nähe von Keszthely anzunehmenden Depression nicht widersprechen.

Die Windverhältnisse des Frühlings bieten uns im Allgemeinen das nämliche Bild, wie die bisherigen Karten und nur in Kaposvár ändern sich die Haupt-Windrichtungen im Vergleiche mit denen des Winters. In Almádi und Siófok ist die Windvertheilung für das Fühjahr 1892 die folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Almádi:	*66*	11	16	4	13	*36*	5	*21*	104
Siófok:	15	16	3	1	17	13	*20*	*44*	146

Die westlichen Haupt- und secundären Winde sind dieselben wie bisher.

Tabelle 4. **Der Luftdruck und die beiden Hauptwindrichtungen im Sommer.**

Stationen	Budapest	Panonhalma	Kis-Czell	Keszthely	B.-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Kalocsa
Luftdruck	60·9	60·8	61·0	60·9	—	—	61·1	61·0	60·6	60·7
Wind	W —	W NW	N —	N SO	W N	N NW	N S	W NW	N NW	N —

Der Sommer-Barometerstand (siehe Karte IV) zeigt recht schön das in Folge der grossen Durchwärmung des Trockenlandes hier allgemein herrschende Minimum und das Fallen des Luftdruckes von Westen nach Osten zu. Während die zur westlichen Grenze näheren Stationen Kis-Czell und Nagy-Kanizsa über 60·0 mm. stehen, erreicht keine einzige der übrigen Stationen 61 mm., ausgenommen Kaposvár, das sich entgegen seinem sonstigen, überaus grossen maximalen Luftdruck jetzt zur Genüge in das allgemeine Bild hineinfügt. Die allgemeinen Luftdruckverhältnisse liessen sich also mit einem west-östlichen barometrischen Gradienten, daher im Allgemeinen in der Richtung von Nord nach Süd gehenden, nach Westen zu jedoch ausbeugenden bogenähnlichen Isobaren angeben. Die herrschenden Windrichtungen blieben gegendweise dieselben wie im Frühjahre, nur in Balaton-Füred[1] und Kaposvár wurde der W zum Hauptwinde, entsprechend der Depression im Alföld.

Tabelle 5. **Der Luftdruck und die beiden Hauptwindrichtungen im Herbst.**

Stationen	Budapest	Pannonhalma	Kis-Czell	Keszthely	B.-Füred	Városhidvég	N.-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Kalocsa
Luftdruck	63·5	62·9	63·0	63·0	—	—	62·9	63·2	63·0	63·2
Wind	W —	W NW	N —	N SO	N W	N S	S N	W SW	N S	S —

Ganz Transdanubien (siehe Tabelle 5 und Karte V) ist im Herbst ein depressionelles Gebiet Sowohl östlich davon, im Alföld, wie auch westlich davon, in den östlichen Ausläufern der Alpen und in den Ostalpen selbst, ist der Luftdruck ein grösserer. Es ist dies eine Jahreszeit, für die auch Hann in seinem schon öfter erwähnten Werke in Transdanubien gleichfalls ein depressionelles Thal angibt. Die vorherrschenden Windrichtungen sind N und S, jedoch mit Beibehaltung der für die einzelnen Gegenden charakteristischen Züge.[2]

Auf den gesammten Karten fällt nun Kaposvár durch seinen verhältnissmässig hohen Luftdruck auf, dem auch die immerdar wechselnden, nie gut zur Entwicklung gelangenden Windrichtungen, sehr vielen windstillen Tagen und der verhältnissmässig hohen Sommer- und niederen Januar-Temperatur zuzuschreiben sein werden.

C) *Die Luftdruckverhältnisse der einzelnen Stationen.*

Das Bild, das ich im vorangehenden Theile dieses Capitels entwarf, stellt nur die Luftdruck- und Windverhältnisse für das ganze Jahr und die einzelnen Jahreszeiten dar, ohne uns jedoch über die gesammten Luftdruckverhältnisse und Windrichtungen aufzuklären. Ich will deshalb in diesem Theile die Luftdruckverhältnisse in monatlicher und im Folgenden die Windrichtungen in ihrer gleich-

[1]
1892.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Almádi:	*72*	7	9	4	20	*24*	3	*28*	109
Siófok	10	2	2	2	9	9	32	53	255

[2]
1892.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Almádi:	*50*	2	22	6	7	*33*	13	18	125
Siófok:	4	12	7	6	17	12	12	*36*	167

falls monatlicher Vertheilung vorführen, so wie ich dieselben in den Stationen um den Balaton aufnahm.

Bevor ich den Luftdruck der einzelnen Stationen nach den Extremen und Oscillationen vorführe, betrachten wir zuerst den auf das Meeresniveau reducirten Luftdruck Monat für Monat, da der Jahresgang desselben den Jahresgang des localen Luftdruckes ergeben wird.

Tabelle 6. **Der Jahresgang des auf das Meeresniveau reducirten Luftdruckes.**

	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Jährl. Mitt.
Pannonhalma	63·6	67·5	66·1	61·5	58·6	60·4	60·7	60·7	60·9	62·6	62·6	63·4	62·4
Keszthely	63·7	66·5	64·6	61·4	58·9	59 8	60·6	60·8	61·3	62·8	62·6	63·5	62·2
Nagy-Kanizsa	61·4	67·2	64·7	62·3	59·0	59·9	61 0	61·1	61·2	62·7	62·8	63·3	62·2
Kaposvár	64·4	66·7	65·9	62·0	59·1	60·4	60.9	60 9	61·2	63·3	62·4	63·8	62·6
Pécs	63·9	66·2	63·5	62·0	59·0	60·2	60·3	60 5	60·9	62·7	62·4	63·8	62·1

Der Tabelle 6 eine längere Beschreibung beizufügen, halte ich für unnöthig, denn in Gemeinschaft mit den Figuren 5—9 bieten sie ein deutliches Bild des jährlichen Ganges des Luftdruckes. Am grössten ist der Luftdruck im Winter, mit einem Maximum im Januar, am kleinsten im Frühjahr, mit einem Minimum im April. Nach Vergleich der einzelnen Stationen finden sich grössere Differenzen nur in den Wintermonaten.

Betrachten wir nunmehr die Schwankungen des Luftdruckes innerhalb der einzelnen Monate nach den mittleren und absoluten Extremen, den mittleren und absoluten Abweichungen und Schwankungen, wie auch die — jedoch nicht auf das Meeresniveau reducirten — Mittel, aus denen die Abweichungen berechnet werden. (Siehe die auf Pag. 26—27 befindliche 7. Tabelle.)

Die für die einzelnen Stationen in dieser Tabelle mitgetheilten Daten sind zwar nicht auf ein und dasselbe Jahr und auf das gleiche Niveau reducirt, und daher auch die Daten der verschiedenen Stationen miteinander unvergleichbar. Ihren Werth besitzen sie in dem genauen Bilde, das sie über die Luftdruckverhältnisse der einzelnen Stationen liefern, sowie auch darin, dass sie den nachfolgenden vergleichbare Daten enthaltende Angaben zur Basis dienen.

Die mittleren und absoluten Abweichungen sind nämlich nichts anderes, als die in der +- oder —-Richtung erfolgenden Abweichungen der mittleren und absoluten Extreme von den durchschnittlichen Monatsmitteln; die mittleren und absoluten Schwankungen aber die Summen dieser Abweichungen.

Bezüglich der obigen und nachfolgenden Tabellen erwähne ich nur noch, dass die jährlichen mittleren Extreme, mit Ausnahme der Station *Pannonhalma,*

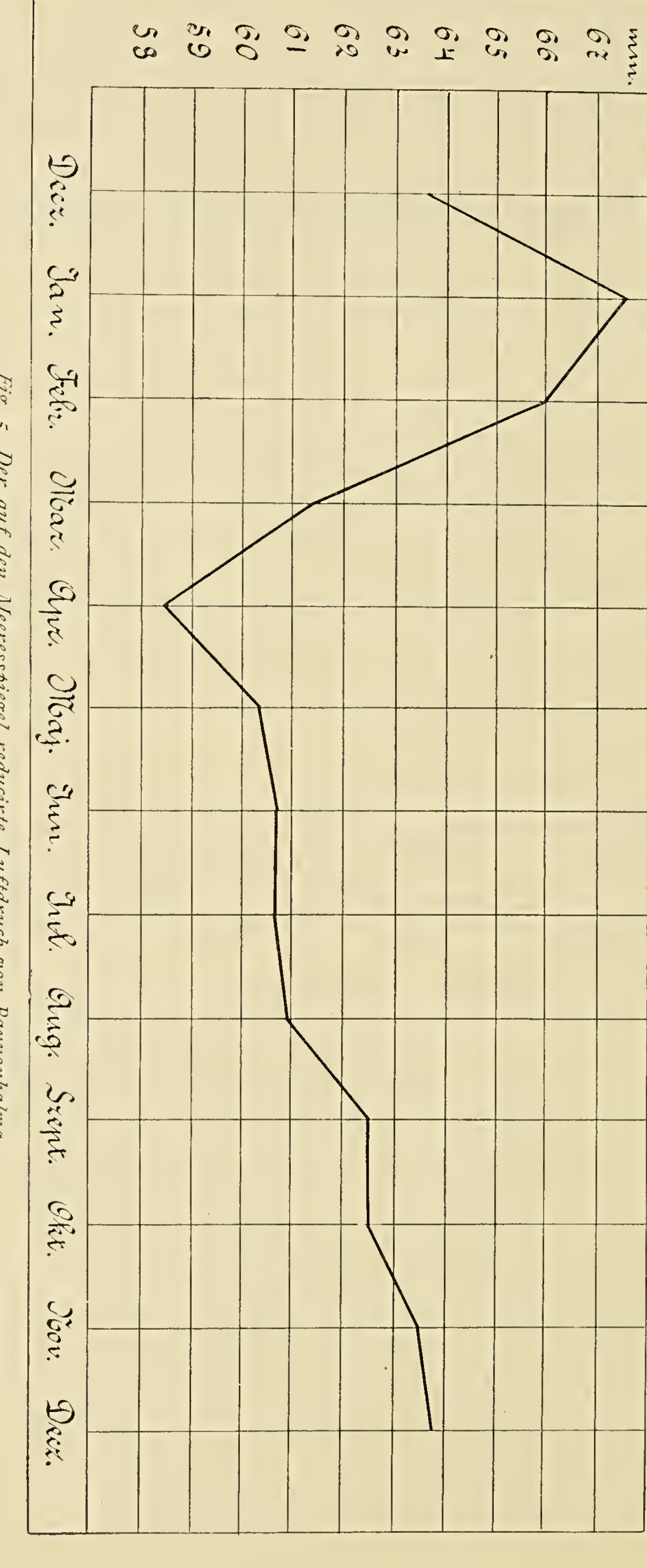


Fig. 5. Der auf den Meeresspiegel reducirte Luftdruck von Pannonhalma.

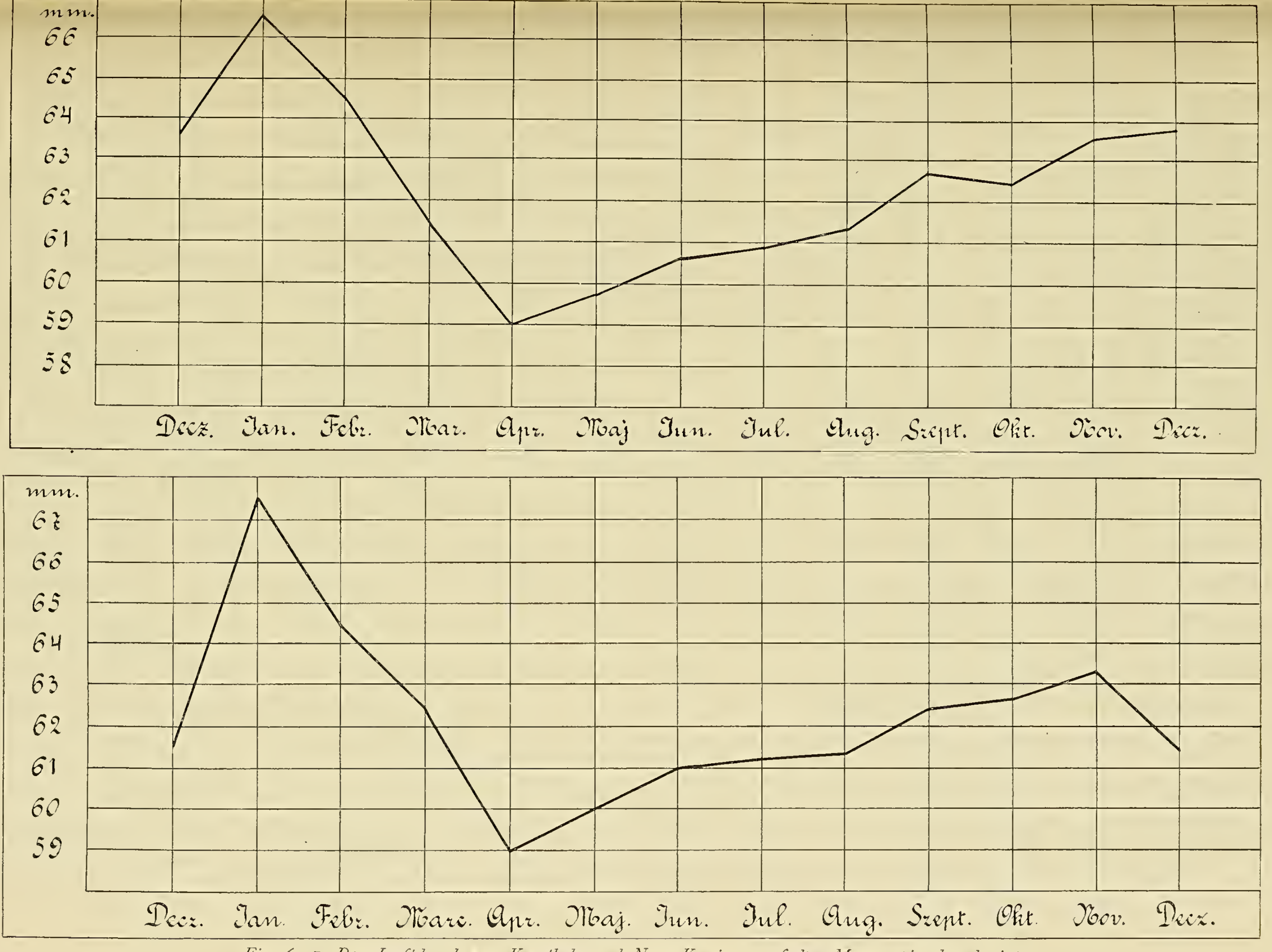


Fig. 6—7. Der Luftdruck von Keszthely und Nagy-Kanizsa auf den Meeresspiegel reducirt.

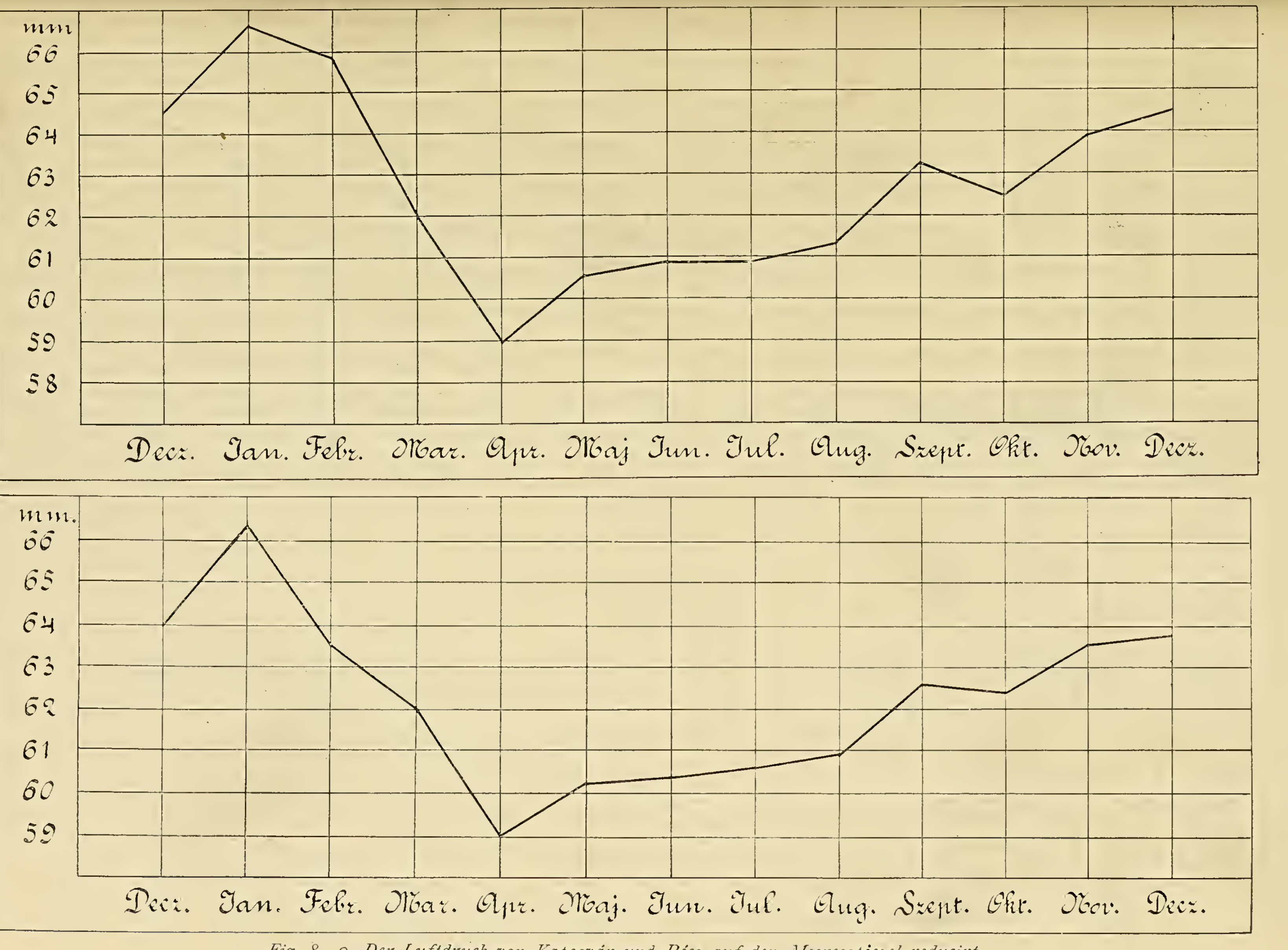


Fig. 8—9. Der Luftdruck von Kaposvár und Pécs auf den Meeresspiegel reducirt.

nicht die Mittel der monatlichen mittleren Extreme, sondern die Mittel der von Jahr zu Jahr beobachteten grössten und kleinsten Luftdruckangaben und die Abweichungen dieser mittleren Extreme vom durchschnittlichen jährlichen Mittel sind. (Siehe Pag. 28, Tabelle 8.)

Die mittleren Abweichungen und Schwankungen sind in den Wintermonaten am grössten, mit einem Maximum im December — ausgenommen die einzige Station Kaposvár —, wo das Maximum in den Monat März fällt. Am kleinsten sind sie in den Sommermonaten mit einem Juli-Maximum.

Im März sind die Abweichung nach der +-Richtung hin und die mittlere Schwankung grösser als im Februar, während die —-Abweichung kleiner ist. In allen Stationen sind übrigens — und dies gilt für alle Monate — die Abweichungen nach der +-Richtung zu kleiner als die negativen Abweichungen, d. h. in +-er Richtung lassen sich häufigere, aber kleinere Abweichungen erwarten, als nach der —-Richtung. Die mittleren Abweichungen und Schwankungen der einzelnen Stationen sind von einander nur wenig verschieden, wenigstens besteht zwischen denselben keine nennenswerthere Differenz (Siehe Tabelle 9 auf Pag. 31).

Das Maximum der absoluten Abweichungen und Schwankungen findet sich gleichfalls in den Wintermonaten, aber nie mit einem December-, sondern zumeist mit einem Januar — eventuell Februar — Hauptmaximum, woraus den mittleren Abweichungen entgegen folgt, dass im Januar und Februar die grossen Abweichungen seltener sind als im December, Einzelne excessive Fälle übersteigen jedoch die des Januars. Das Minimum, sowohl das der absoluten Abweichungen, wie auch das der Schwankungen, fällt auf die Sommermonate mit einem Hauptmaximum im Juli, und nur für Nagy-Kanizsa mit einem solchen im August. Die Abweichungen sind auch hier überall in der —-Richtung grösser als in der +-Richtung, ausgenommen für Pécs den Monat März. Vergleicht man die einzelnen Stationen Monat für Monat, so zeigt sich gleichfalls keine einzige der Erwähnung werthe und als einen charakteristischen Zug dahinzustellende auffällige Abweichung. Unter den Jahresabweichungen ist die grösste die aus Keszthely, die kleinste die aus Pécs.

Sowohl die absoluten Abweichungen, als auch die Schwankungen verringern sich vom Februar-, bezw. März-Maximum stetig bis zum Juli- oder Augustminimum, um von da an wieder zum Maximum anzuwachsen. Aus dem Gange derselben fehlt daher der Rücksprung, der bei den mittleren Abweichungen und Schwankungen im Monat März aufzufinden war, woraus ersichtlich ist, dass im Februar entgegen dem Monat März die grosse Abweichung seltener ist, jedoch einzelne stark excessiven Charakter zeigende Abweichungen darin vorkommen.

D) *Windrichtungen der einzelnen Stationen.*

Von Windrichtungen hatten wir bislang nur auf die zwei Hauptwindrichtungen ein Augenmerk, doch geben dieselben durchaus kein charakteristisches Bild der Windrichtungen, nicht einmal ein solches der einzelnen Stationen, denn es kommt häufig vor, dass neben den zwei Hauptwindrichtungen ein-zwei andere Windrichtungen vorkommen, die beinahe ebenso häufig sind als die Hauptwindrichtungen. Ein noch weniger getreues Bild geben die beiden Hauptwindrichtungen dann, wenn mehrere Stationen mit einander zu vergleichen sind, da an einem Orte die zwei Hauptrichtungen sehr häufig, beinahe ausschliesslich vorkom-

men können, während sie an einem anderen Orte verhältnissmässig selten vorkommen, einerlei, ob der gleichförmigen Vertheilung der Windrichtungen, oder der häufigen Windstillen wegen. Aus diesem Grunde werde ich im Folgenden in Gesellschaft entsprechender Illustrationen die Windrichtungen von Station zu Station in der Jahres-, Jahreszeiten- und monatlichen Vertheilung vorführen.

Dabei muss ich jedoch vorausschicken, dass ich die Windrichtungen in der am meisten gebrauchten und für Vergleichungszwecke am dienlichsten Procentform anführe, hiebei auch die Windstillen mit inbegriffen; bei der illustratorischen Vorführung bediene ich mich jedoch nicht der noch immer häufig gebrauchten Methode der Windrosen, sondern zeichne dieselben ebenso, wie es für die anderen climatischen Factoren Gebrauch ist, in Curven auf. Diese Methode ist nicht weniger anschaulich als die Windrosen, ja hat das Gute für sich, dass das bei den übrigen climatischen Factoren sich an diese Form schon angewöhnte Auge sich darin viel leichter zurechtfindet.

Tabelle 7. **Die Monats-Mittel und**

Station	Pannonhalma 1874—1890.					Keszthely 1874—1893.				
	Mittel	Mittlere Extreme		Absolute Extreme		Mittel	Mittlere Extreme		Absolute Extreme	
Monat		Max.	Min.	Max.	Min.		Max.	Min.	Max.	Min.
Dezember	37·3	49 4	20·9	55·7	14·8	52·7	64·9	36·6	70·5	29·6
Januar	40·4	50·9	25·3	59·6	17·2	55·4	64·9	39·5	74·1	27·1
Februar	39 9	49·1	25·2	57·2	13·4	53·6	64·4	39·8	71·7	26·7
März	35·6	47·7	22·6	54·7	17·2	50·6	62·7	37·5	69·4	30·8
April	33·4	42·7	22·9	48·7	18·3	48·4	57·2	37·8	63·3	32·1
Mai	35·5	41·7	26·1	48·7	19·4	49·6	57·0	40·5	62·8	34·6
Juni	36·2	42·4	28·1	45·3	23·0	50·4	56·3	42·4	59·2	37·1
Juli	36·4	42·3	29·0	45·9	26·6	50·7	56·3	43·9	60·5	41·1
August	36·5	42·5	28·2	45·1	23·2	51·1	56·5	43·1	59·0	39·5
September	37·9	45·0	27·9	47·2	23·8	52·5	59 2	42·3	61·9	35·7
Oktober	37·3	47·6	24·3	52·2	16·9	52·0	61 3	39·4	66·6	31·0
November	37·5	49·1	23·7	55·3	17·6	52·7	62·1	38·1	70·1	26·2
Im ganzen Jahre . . .	36·9	45·9	25·3	59·6	13·4	51·6	68·0	31·3	74·1	26·2

Vor jede Zahl ist 7 zu setzen.

Vergleicht man Tabelle 10 auf Pag. 34 mit den entsprechenden Illustrationen, Fig. 10—16 auf Pag. 29, 30, so fällt uns auf den ersten Blick die häufige Windstille in Balaton-Füred und Kaposvár und der Mangel an Windstillen in Pannonhalma auf. Natürlich kommt hiebei in erster Linie die Auffassung des Observators in Betracht, wann er Windstille annimmt und wann nicht, denn besonders im Winter fällt dies zu entscheiden oft recht schwer; doch ist es ein Factum, dass ich selber in Pannonhalma — also auf Bergeshöhe — durch volle sieben Jahre hindurch nicht ein einzigesmal völlige Windstille observiren konnte. Für Keszthely, Pécs, Városhidvég und Nagy-Kanizsa ist die Zahl der windstillen Tage die gleiche, beziehentlich ergab die Beobachtung dieselbe Zahl. Am prägnantesten, beziehentlich am ständigsten entwickelte, herrschende Windrichtungen besitzen Balaton-Füred und Pécs; dieses letztere mit der entwickeltsten Hauptwindrichtung. Der Schauplatz der veränderlichsten Windrichtungen ist Kaposvár, wo beinahe jede einzelne Windrichtung in nahezu gleicher Procentzahl vorkommt und auch die zwei Hauptwindrichtungen

Extreme der einzelnen Stationen.

Nagy-Kanizsa 1874—1884.					Kaposvár 1879—1887.					Pécs 1874—1893.				
Mittel	Mittlere Extreme		Absolute Extreme		Mittel	Mittlere Extreme		Absolute Extreme		Mittel	Mittlere Extreme		Absolute Extreme	
	Max.	Min.	Min.	Max.		Max.	Min.	Max.	Min.		Max.	Min.	Max.	Min.
46·6	59·5	30·5	64·3	26·0	51·2	62·8	34·3	69·4	28·9	40·3	52·4	25·4	57·6	18·2
52·4	62·7	38·2	70·5	29·8	53·6	63·6	38·3	72·8	30·2	42·4	52·9	28·2	69·8	18·7
50·1	60·9	37·1	67·8	28·7	53·0	64·3	39·6	71·4	26·2	39·9	52·2	27·5	58·6	16·7
46·5	59·0	34·5	65·8	29·0	50·0	62·8	37·1	68·3	31·1	38·4	48·9	26·0	56·4	21·2
44·3	52·6	33·5	56·5	28·7	46·2	56·4	34·8	63·8	28·8	36·3	45·1	25·9	50·9	20·5
46·0	54·1	36·7	58·8	30·8	48.4	56·6	38·4	60·6	31·4	37·9	45·1	28·9	49·6	20·6
46·2	52·4	37·7	55·4	32·5	48·1	54·1	40·1	56·5	34·9	38·4	44·7	31·2	47·5	26·5
46·7	52·9	39·2	56·5	35·7	49·0	54·7	42·5	58·1	41·7	38·7	44·2	32·1	46·8	28·8
46·7	52·9	38·3	55·4	34·9	48·6	54·8	40·8	56·9	37·1	39·0	44·6	30·3	46·7	24·4
47·9	55·1	37·9	57·2	34·5	50·4	57·2	40·0	60·3	37·1	40·5	47·6	30·8	51·3	24·5
47·8	57·7	35·9	61·8	25·2	49·7	60·6	36·3	65·6	30·5	39·8	49·9	28·4	54·4	18·5
48·1	58·8	33·8	63·0	27·0	51·4	62·4	38·0	65·5	32·9	40·6	52·5	26·7	57·7	15·6
47·4	63·8	27·9	70·5	25·2	50·0	68·2	30·7	72·8	26·2	39·4	55·7	20·5	59·8	15·6

sich von einander und einer dritten Windrichtung nur in Zehnteln unterscheiden. Genügend variabel sind noch die Windrichtungen von Városhidvég, während sich Keszthely, Pannonhalma und Nagy-Kanizsa mit ziemlich gut entwickelten zwei Hauptwindrichtungen zwischen diesen beiden Extremen in die Mitte stellen.

Im Winter sind laut Tab. 11 auf Pag. 34 und Fig. 17—23 auf Pag. 30, 32 und 33, mit Ausnahme von Városhidvég und Nagy-Kanizsa, die Windstillen überall häufiger als im ganzen Jahre. Mit Ausnahme von Pannonhalma ist die Hauptrichtung überall N, die zweite herrschende Richtung, mit Ausnahme von Pannonhalma und Balaton-Füred S oder SE, der variable Charakter Kaposvárs bleibt in seiner Gesammtheit eben derselbe. In Balaton entwickelt sich noch eine dritte Windrichtung stark, der E-Wind Pécs besitzt eine in nur sehr geringem Maasse herrschende Windrichtung. Der allgemeine Charakter der übrigen Stationen ist im Grossen und Ganzen derselbe wie im ganzen Jahre.

Tabelle 8. **Mittlere Abweichung und Schwankung des Luftdrucks der einzelnen Stationen.**

Station	Pannonhalma 1874—1890			Keszthely 1874—1893			Nagy-Kanizsa 1874—1884			Kaposvár 1879—1887			Pécs 1874—1893		
Monat	Mittlere Abweich. +	Mittlere Abweich. —	Mittlere Schwank.	Mittlere Abweich. +	Mittlere Abweich. —	Mittlere Schwank.	Mittlere Abweich. +	Mittlere Abweich. —	Mittlere Schwank.	Mittlere Abweich. +	Mittlere Abweich. —	Mittlere Schwank.	Mittlere Abweich. +	Mittlere Abweich. —	Mittlere Schwank.
Dez.	12·1	16·4	28·5	12·2	16·1	38·3	12·9	16·1	29·0	11·6	16·9	28·5	11·9	14·9	26·8
Jan.	10·5	15·1	25·6	9·5	15·9	25·4	10·3	14·2	24·5	10·0	15·3	35·3	10·5	14·2	24·7
Febr.	9·2	14·7	23·9	10·8	13·8	24·6	10·8	13·0	23·8	11·3	13·4	24·7	12·3	12·4	24·7
März	12·1	13·0	25·1	12·1	13·1	25·2	12·5	12·0	24·5	12·8	17·9	30·7	10·5	12·4	22·9
Apr.	9·3	10·5	19·8	8·8	10·6	19·4	8·3	10·8	19·1	10·2	11·4	21·6	8·8	10·4	19·2
Mai	6·2	9·4	15·6	7·4	9·1	16·5	8·1	9·3	17·4	8·2	10·0	18·2	7·2	9·0	16·2
Jun.	6·2	8·1	14·3	5·9	8·0	13·9	6·2	8·5	14·7	6·2	8·0	14·2	6·3	7·2	13·5
Jul.	5·9	7·4	13·3	5·6	6·8	12·4	6·2	7·5	13·7	5·7	6·5	12·2	5·5	6·6	12·1
Aug.	6·0	8·3	14·3	5·4	8·0	13·4	6·2	8·4	14·6	6·2	7·8	14·0	5·6	8·7	14·3
Sept.	7·1	10·0	17·1	6·7	10·2	16·9	7·2	10·0	17·2	6·8	10·4	17·2	6·5	9·7	16·2
Okt.	10·3	13·0	23·3	9·3	12·6	21·9	9·9	11·9	21·8	10·9	13·4	24·3	10·1	11·4	21·5
Nov.	11·6	13·8	25·4	9·4	14·6	24·0	10·7	14·3	25·0	11·0	13·4	24·4	11·9	13·9	25·8
Ganz. J.	9·0	11·6	20·6	16·4	20·3	36·7	16·4	19·5	35·9	18·2	19·3	37·5	16·3	18·9	35·2

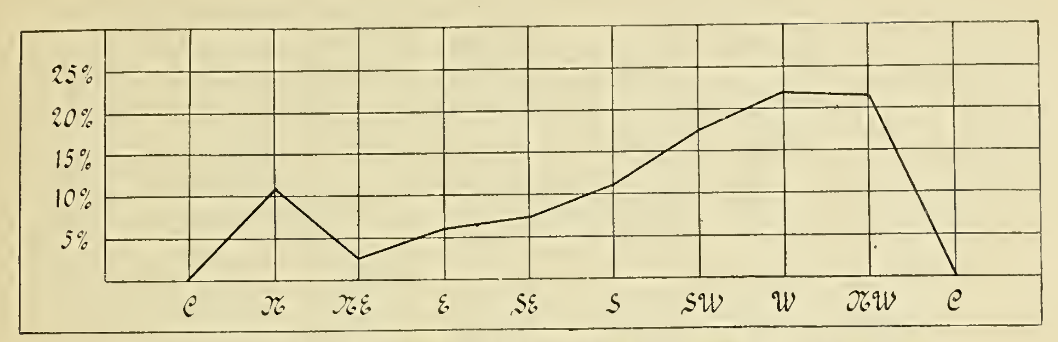


Fig. 10. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Pannonhalma.

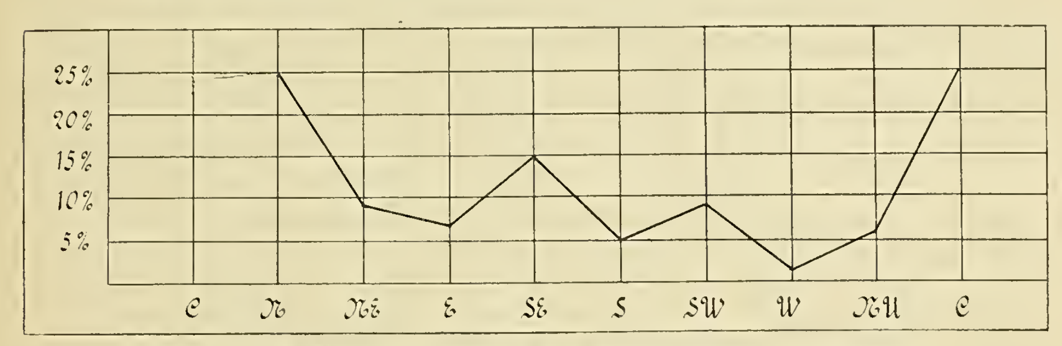


Fig. 11. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Keszthely.

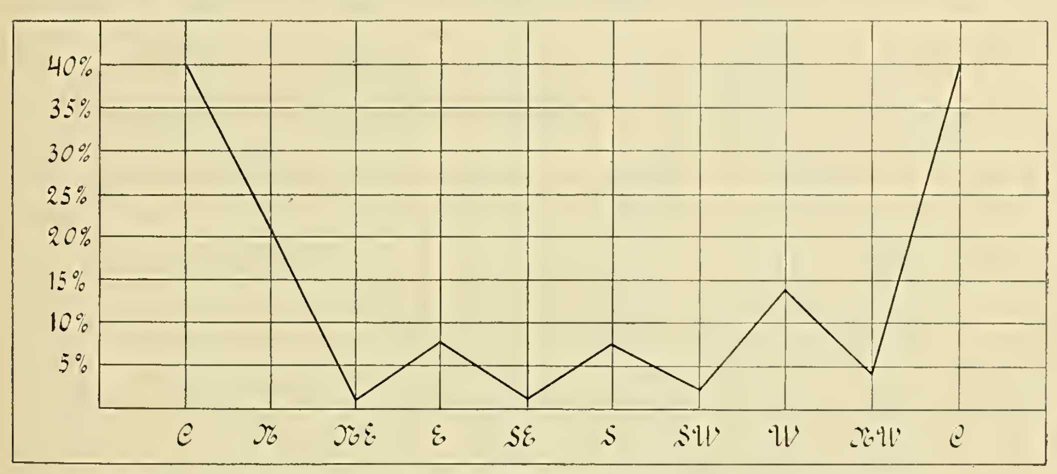


Fig. 12. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Balaton-Füred.

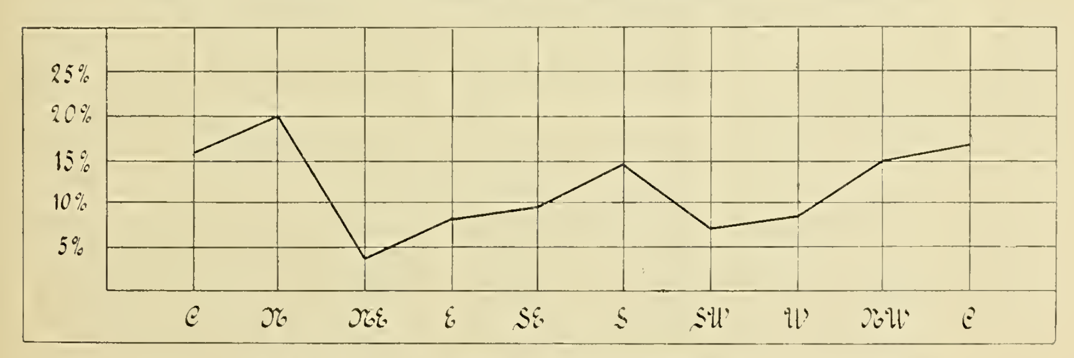


Fig. 13. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Város-Hidvég.

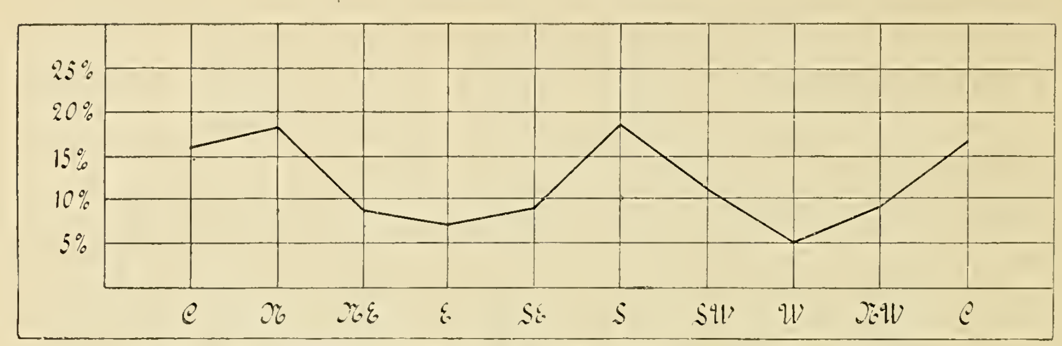


Fig. 14. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Nagy-Kanizsa.

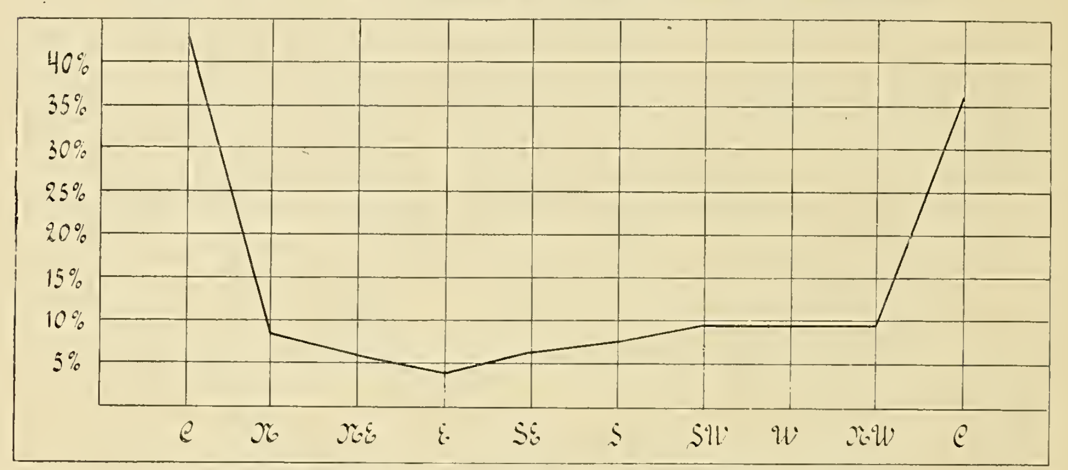


Fig. 15. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Kaposvár.



Fig. 16. Die jährliche Vertheilung der Windrichtungen in Pécs.

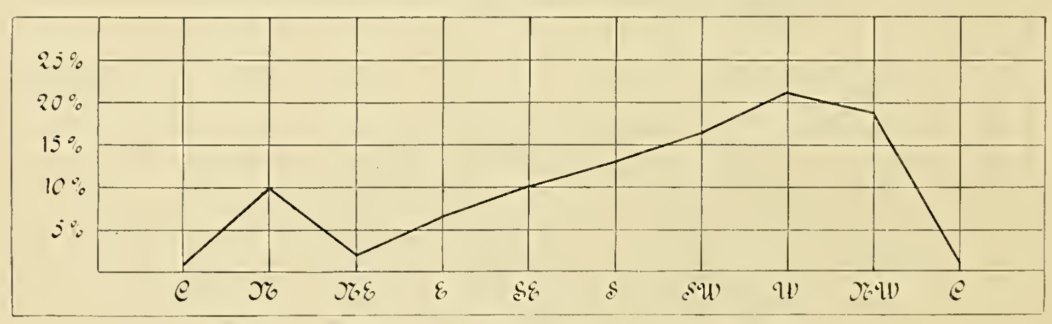


Fig. 17. Die Windrichtungen Pannonhalma's im Winter.

Im Frühling (Siehe Tabelle 12 auf Pag. 35 und Fig. 24—30 auf Pag. 34 bis 37) nimmt die Anzahl der Windstillen überall ab, und obwohl sich eine Hauptwindrichtung, mit Ausnahme von Pannonhalma und Kaposvár, überall zur Genüge entwickelt, ist die zweite herrschende Richtung dennoch weniger charakteristisch, denn auf jeder Station ist eine mit derselben in beinahe gleicher Anzahl vorkommende dritte Windrichtung vorhanden. Kaposvár tritt — obwohl es seinen variablen Charakter beibehält — mit bestimmter entwickelten W-Winden auf, während die übrigen Stationen im Allgemeinen einen mehr variablen Charakter annehmen als im Winter.

Im Sommer (Siehe Tabelle 13 auf Pag. 36 und Fig. 31—37 auf Pag. 37—39) verbleibt der allgemeine Charakter der gesammten Stationen derselbe variable Charakter, jedoch weniger ausgebildet, wie der des Frühjahrs. Die Anzahl der Windstillen wächst etwas an. Auch die herrschenden Windrichtungen bleiben beinahe überall dieselben, wie im Frühling, nur in Pannonhalma tauschen die zwei Hauptrichtungen ihre Plätze aus, in Kaposvár und Pécs wiederum neigen sich die herrschenden Windrichtungen mehr nach N und NW zu, in Pécs gilt dies übrigens nur für die zweite Hauptrichtung.

Im Herbst (Siehe Tabelle 14 auf Pag. 36 und die Fig. 38—44 auf Pag. 39 bis 40) kehrt der winterliche Typus zurück mit häufigen Windstillen und beinahe

Tabelle 9. **Schwankung des Luftdrucks an den einzelnen Stationen.**

Station	Pannonhalma 1874—1890			Keszthely 1874—1893			Nagy-Kanizsa 1874—1884			Kaposvár 1879—1887			Pécs 1874—1883		
Monat	Absolute Abweich. +	Absolute Abweich. −	Absolute Schwank.	Absolute Abweich. +	Absolute Abweich. −	Absolute Schwank.	Absolute Abweich. +	Absolute Abweich. −	Absolute Schwank.	Absolute Abweich. +	Absolute Abweich. −	Absolute Schwank.	Absolute Abweich. +	Absolute Abweich. −	Absolute Schwank.
Dez.	18·4	22·5	40·9	17·9	23·1	41·0	17·7	20·6	38·3	18·2	22·3	40·5	17·3	22·1	39·4
Jan.	19·2	23·2	42·4	18·7	28·3	47·0	18·1	22·6	40·7	19·2	23·4	42·6	17·4	23·7	41·1
Febr.	17·3	26·5	43·8	18·1	26·9	45·0	17·7	21·4	39·1	18·4	26·8	45·2	18·7	23·2	41·9
März	19 1	18·4	37·5	18·8	10·8	38·6	19·3	17·5	36·8	18·3	18·9	37·2	18·0	17·2	35·2
Apr.	15·1	15·3	30·4	14·9	16·3	31·2	12·2	15·6	27·8	17·6	17·4	35·0	14·6	15·8	30·4
Mai	13·1	16·1	29·2	13·2	15·0	28·2	12·8	15·2	28·0	12·2	17·0	29·2	11·7	17·3	29·0
Jun.	9·1	13·2	22·3	8·8	13·3	22·1	9·2	13·7	22.9	8·4	13·2	21·6	9·1	11·9	21·0
Jul.	9·5	9·8	19·3	9·8	9·6	19·4	9 8	11·0	20·8	9·1	8·9	18·0	8·1	9·9	18·0
Aug.	8·6	13·3	21·9	7·9	11·6	19·5	8·7	11·8	20·5	8·3	11·5	19·8	7·7	14·6	22·3
Sept.	9·3	14·1	23·4	9·4	16·8	26·2	9·3	13·4	22·7	9·9	13·3	23·2	10·8	16 0	26·8
Okt.	14·9	20·4	35·3	14·6	21·0	35·6	14·0	22·6	36·6	15·9	19·2	35·1	14·6	21·3	33 9
Nov.	17·8	19·9	37·7	17·4	26·5	43·9	14·9	21·1	36·0	14·1	18·5	34·6	17·1	25·0	42·1
Ganz.J.	22·7	23·5	46·2	22·5	25.4	47·9	23·1	22·2	45·3	22·8	23·8	46·6	20·4	23·8	44·2

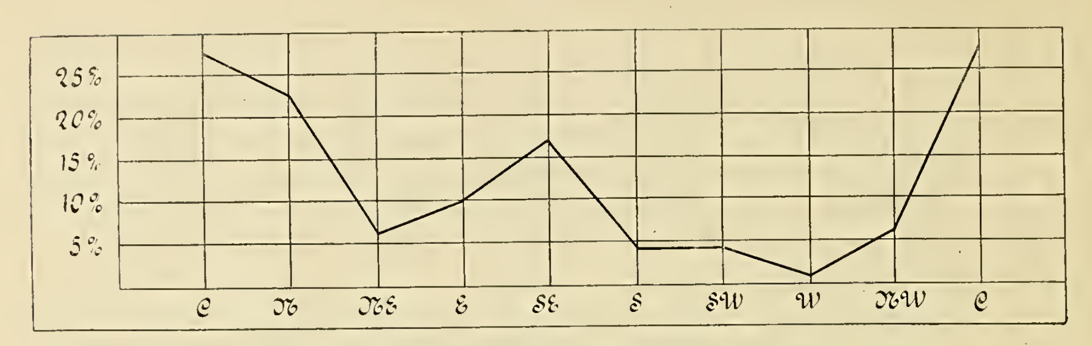


Fig. 18. Die Windrichtungen Keszthely's im Winter.

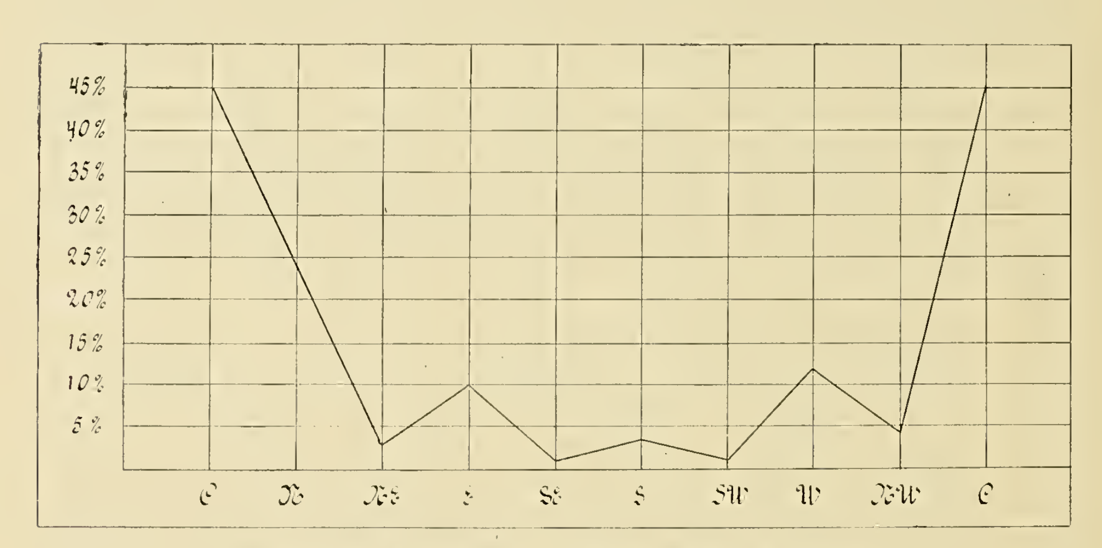


Fig. 19. Die Windrichtungen Balaton-Füred's im Winter.

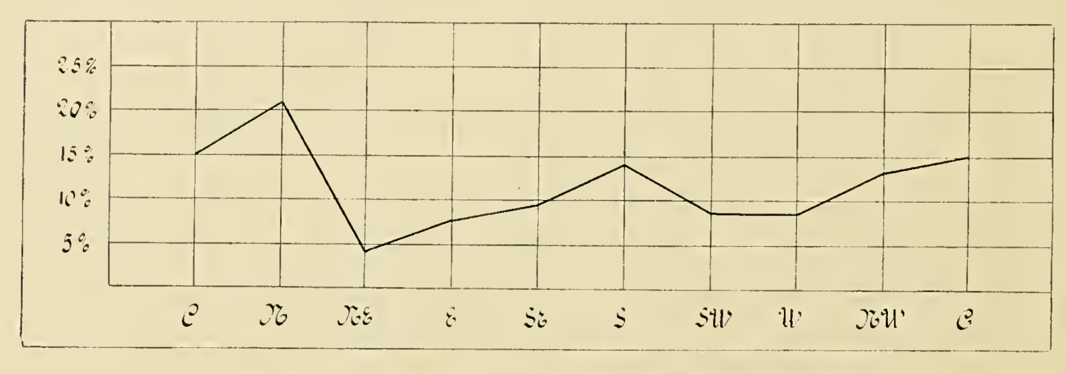


Fig. 20. Die Windrichtungen Város-Hidvég's im Winter.

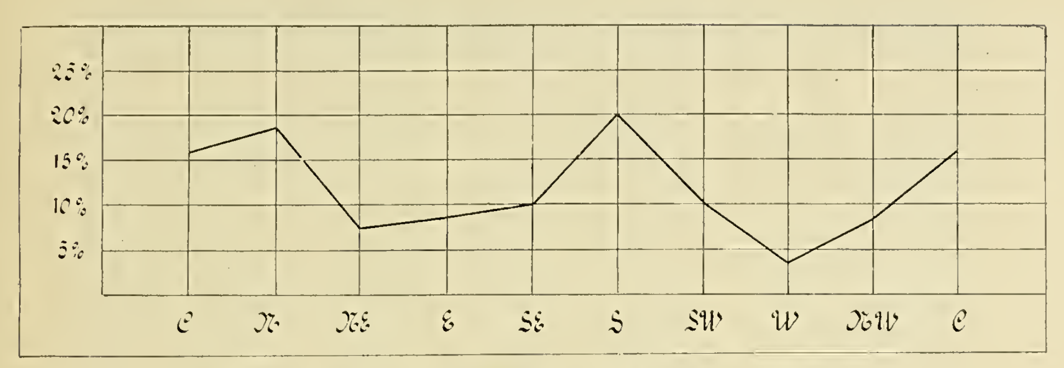


Fig. 21. Die Windrichtungen Nagy-Kanizsa's im Winter.

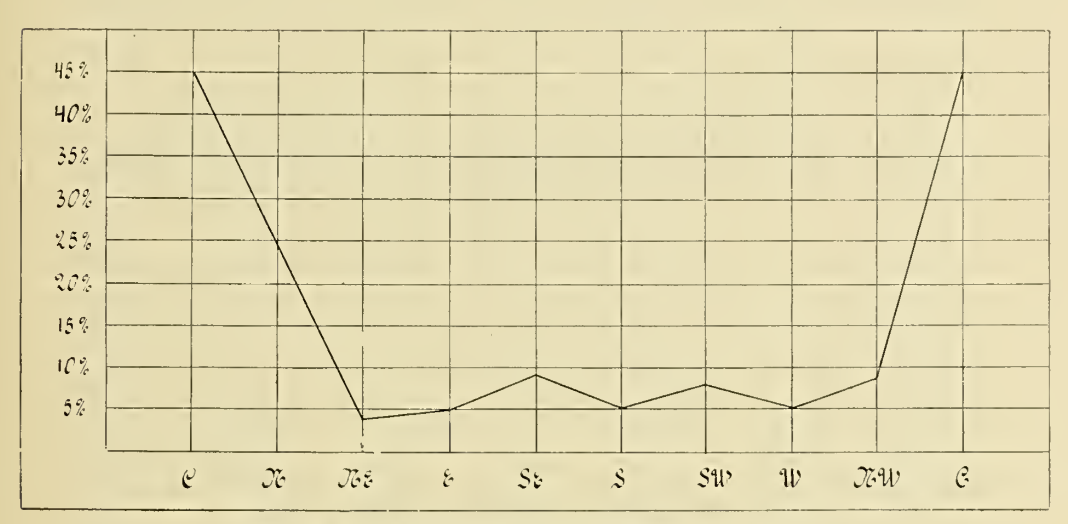


Fig. 22. Die Windrichtungen Kaposvár's im Winter.



Fig. 23. Die Windrichtungen Pécs's im Winter.

Tabelle 10. Die Vertheilung der Windrichtungen im Jahre, in %-en.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Pannonhalma . .	11	2	6	7	11	17	*23*	*22*	0
Keszthely	*25*	8	7	*15*	5	9	1	6	24
Balaton-Füted . .	*21*	1	8	1	8	2	*14*	3	42
Városhidvég . . .	*20*	3	7	9	14	7	8	*15*	16
Nagy-Kanizsa . .	*18*	8	7	8	*18*	11	5	9	16
Kaposvár	8	6	4	6	7	*9·3*	*9·4*	9·1	42
Pécs	*33*	3	6	5	*9*	3	8	7	26

Tabelle 11. Die Vertheilung der Windrichtungen im Winter.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Pannonhalma . . .	10	2	7	10	13	17	*22*	*19*	0
Keszthely	*23*	6	10	*17*	4	4	1	6	28
Balaton-Füred . .	*24*	2	10	1	3	1	*11*	3	45
Városhidvég . . .	*21*	4	8	9	*14*	8	8	13	15
Nagy-Kanizsa . .	*18*	7	8	10	*19*	10	3	8	16
Kaposvár	*9·0*	4	5	*8·7*	5·0	8	5	8	46
Pécs	*29*	2	8	8	*8·3*	3	5	4	34

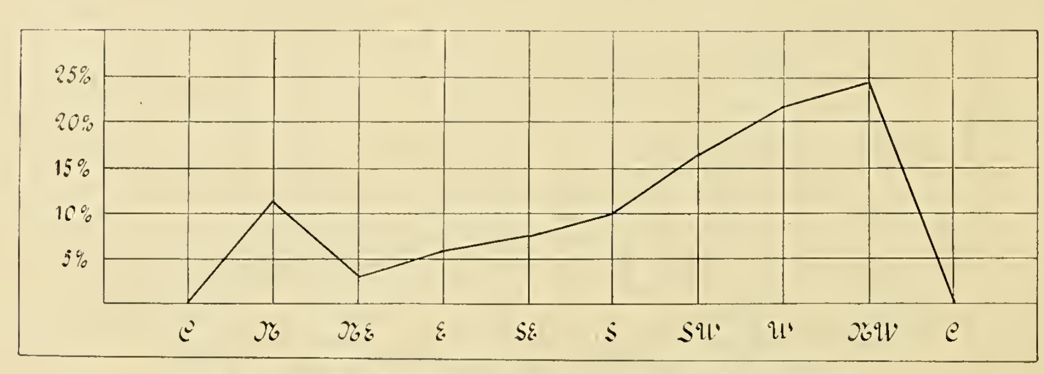


Fig. 24. Die Windrichtungen von Pannonhalma im Frühling.

Tabelle 12. Die Vertheilung der Windrichtungen im Frühling.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Pannonhalma . . .	12	3	6	7	10	16	*22*	*24*	0
Keszthely	*26*	8	7	*14*	5	12	1	6	20
Balaton-Füred . .	*23*	1	9	2	11	2	*12*	3	36
Városhidvég . . .	*21*	4	7	10	14	8	7	*15*	14
Nagy-Kanizsa . .	*21*	12	7	7	*19*	12	4	8	11
Kaposvár	7	8	4	7	7	*13*	*10*	10	35
Pécs	*31*	4	7	6	10	4	*11*	8	19

Tabelle 13. Die Vertheilung der Windrichtungen im Sommer.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Pannonhalma . . .	13	3	4	3	8	15	*29*	*25*	0
Keszthely	*28*	10	2	*13*	4	10	2	8	22
Balaton-Füred . .	*18*	1	4	1	11	3	*22*	4	36
Városhidvég . . .	*23*	3	4	7	11	6	7	*20*	14
Nagy-Kanizsa . .	*17*	8	4	5	*16*	12	9	11	17
Kaposvár	8	6	2	4	8	9	*12*	*11*	39
Pécs	*41*	3	4	2	8	3	8	*10*	20



Fig. 25. Die Windrichtungen Keszthely's im Frühling.

Tabelle 14. Die Vertheilung der Windrichtungen im Herbste.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Pannonhalma . .	9	2	5	9	14	18	*21·3*	*21·0*	0
Keszthely	*21*	7	7	*15*	6	9	1	6	27
Balaton-Füred . .	*19*	1	7	1	7	2	*12*	2	49
Városhidvég . . .	*17*	3	10	11	*16*	7	8	12	16
Nagy-Kanizsa . .	*16*	7	7	10	*16.3*	11	3	8	20
Kaposvár	7	6	5	4	7	*8*	*11*	7	44
Pécs	*30*	3	7	5	*9*	3	7	5	31

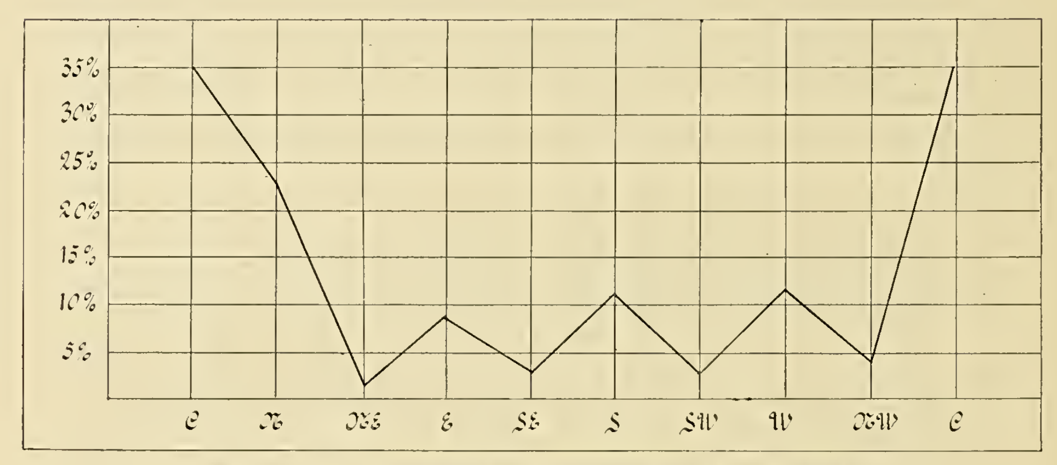


Fig. 26. Die Windrichtungen Balaton-Füred's im Frühling.

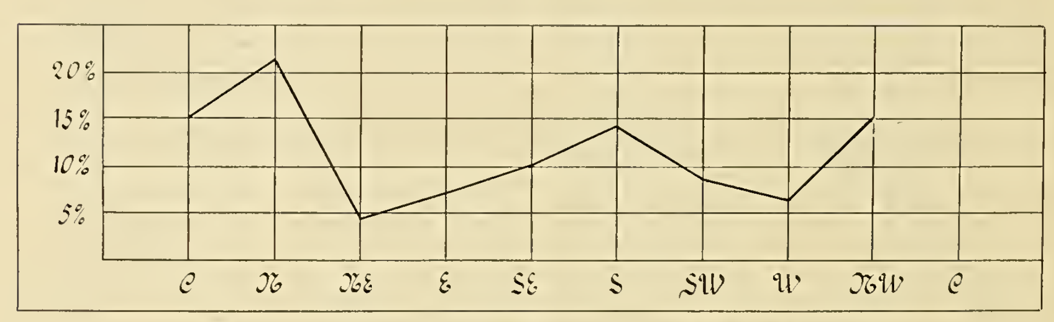


Fig. 27. Die Windrichtungen Város-Hidvég's im Frühling.

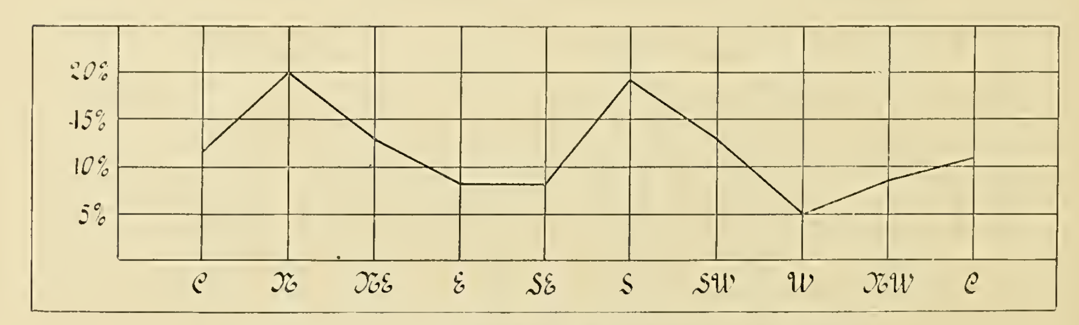


Fig. 28. Die Windrichtungen Nagy-Kanizsa's im Frühling.

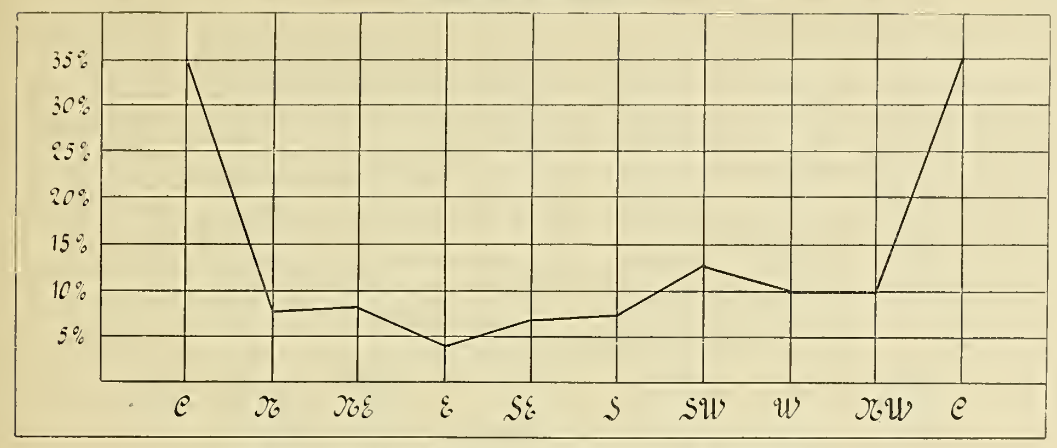


Fig. 29. Die Windrichtungen Kaposvár's im Frühling.

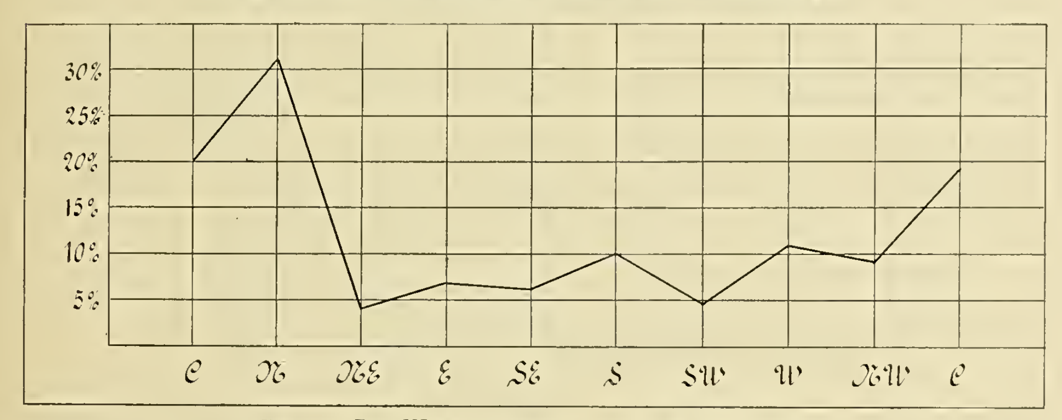


Fig. 30. Die Windrichtungen Pécs's im Frühling.

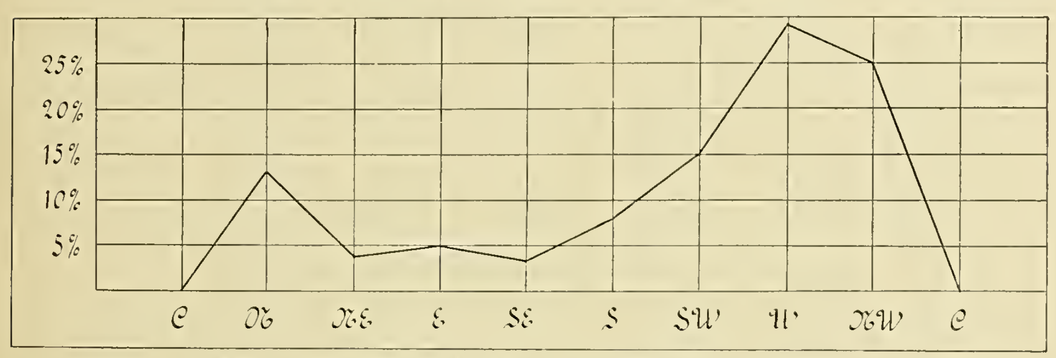


Fig. 31. Die Windrichtungen Pannonhalma's im Sommer.

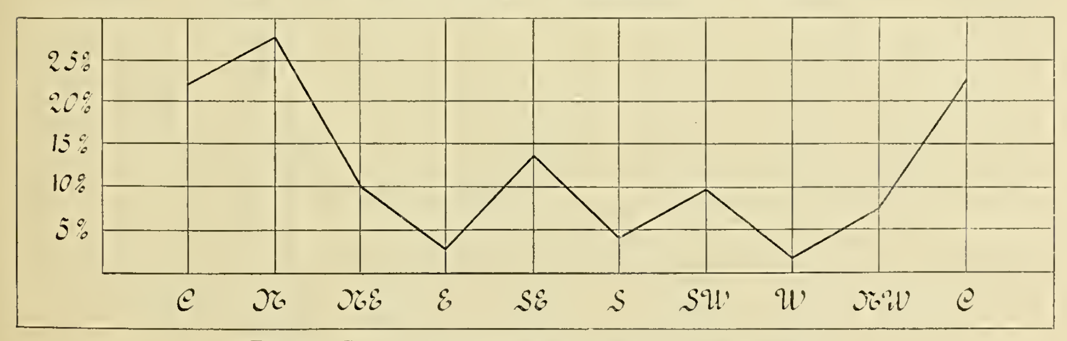


Fig. 32. Die Windrichtungen Keszthely's im Sommer.

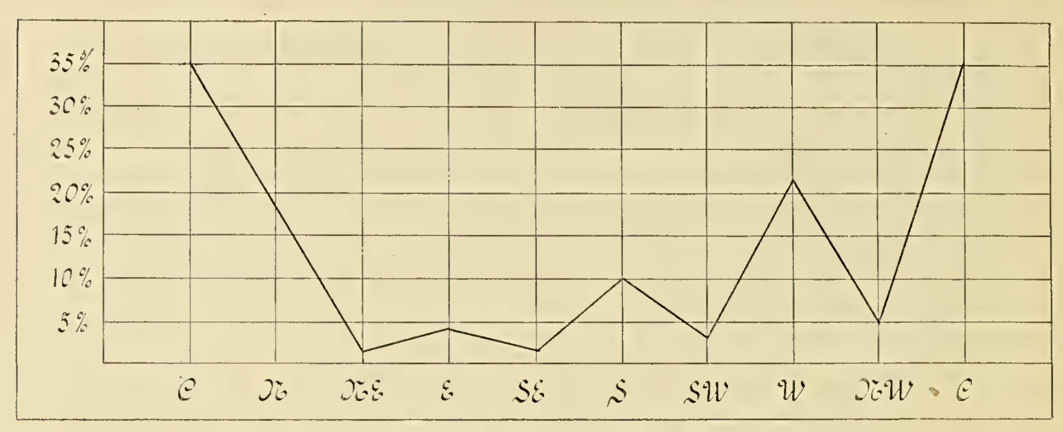


Fig. 33. Die Windrichtungen Balaton-Füred's im Sommer.

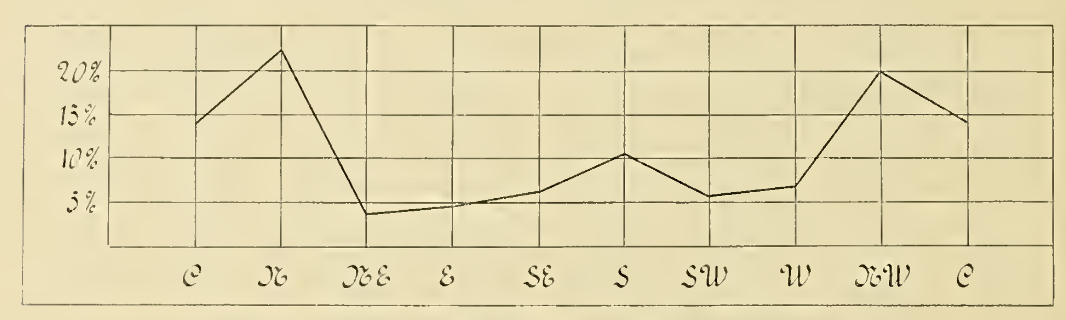


Fig. 34. Die Windrichtungen Város-Hidvég's im Sommer.

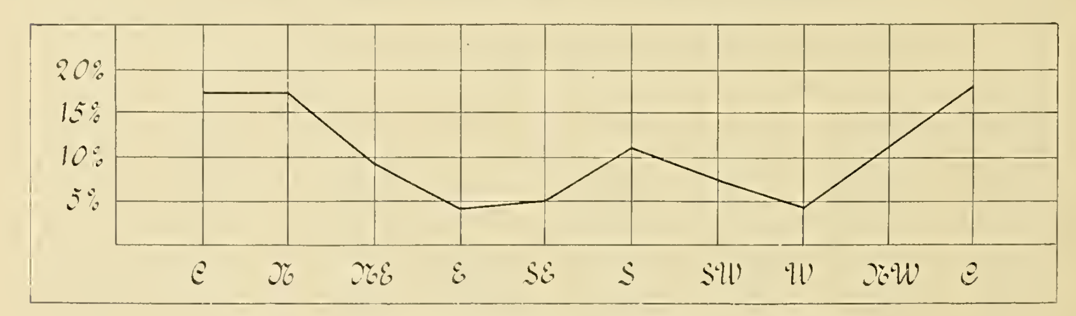


Fig. 35. Die Windrichtungen Nagy-Kanizsa's im Sommer.

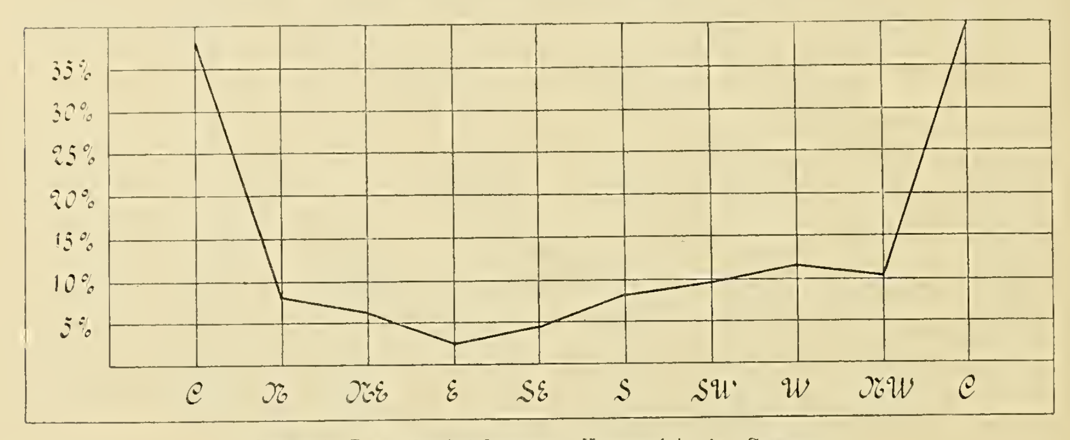


Fig. 36. Die Windrichtungen Kaposvár's im Sommer.



Fig. 37. Die Windrichtungen Pécs's im Sommer.

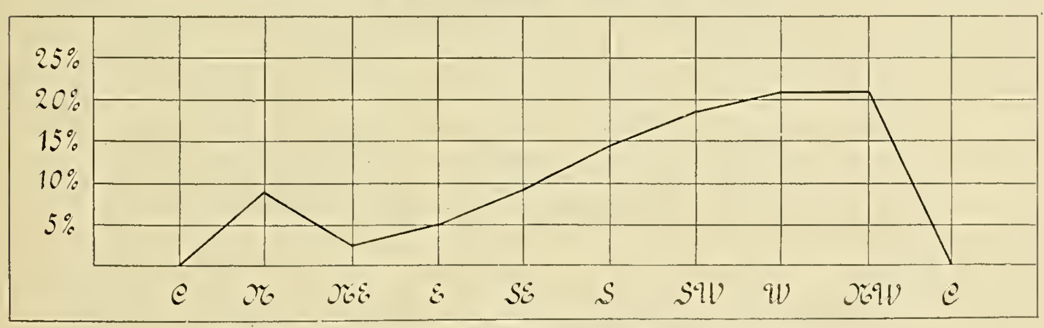


Fig. 38. Die Windrichtungen Pannonhalma's im Herbste.

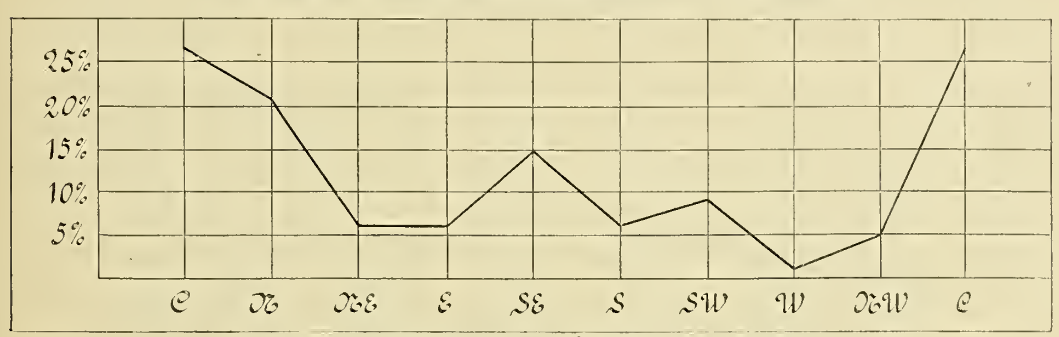


Fig. 39. Die Windrichtungen Keszthely's im Herbste.

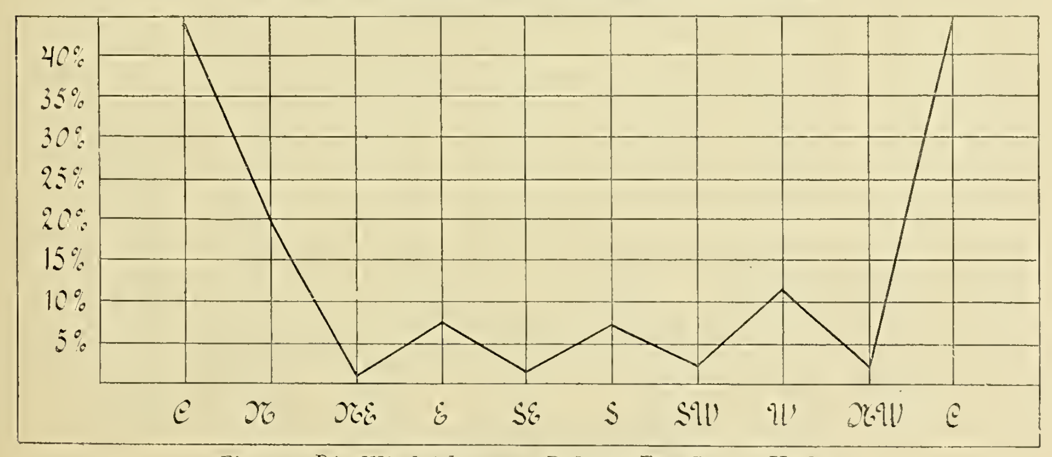


Fig. 40. Die Windrichtungen Balaton-Füred's im Herbste.

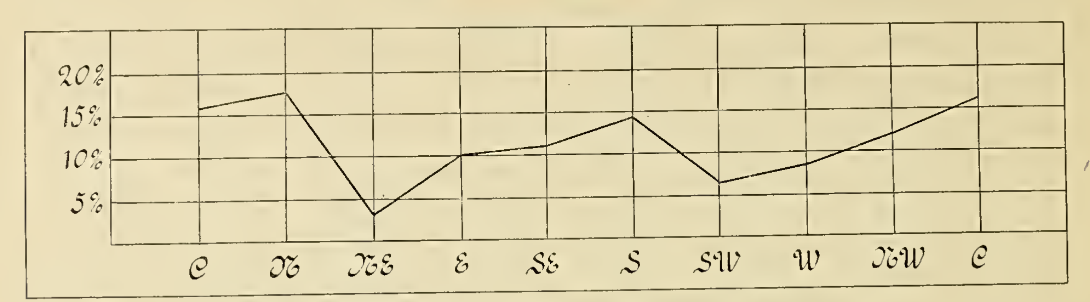


Fig. 41. Die Windrichtungen Város-Hidvég's im Herbste.

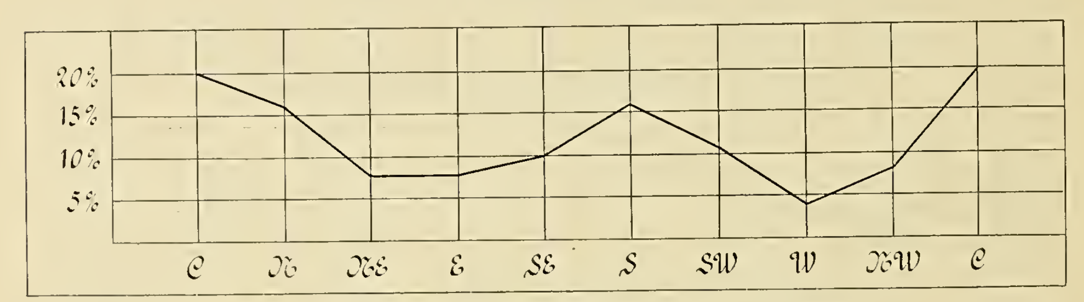


Fig. 42. Die Windrichtungen Nagy-Kanizsa's im Herbste.

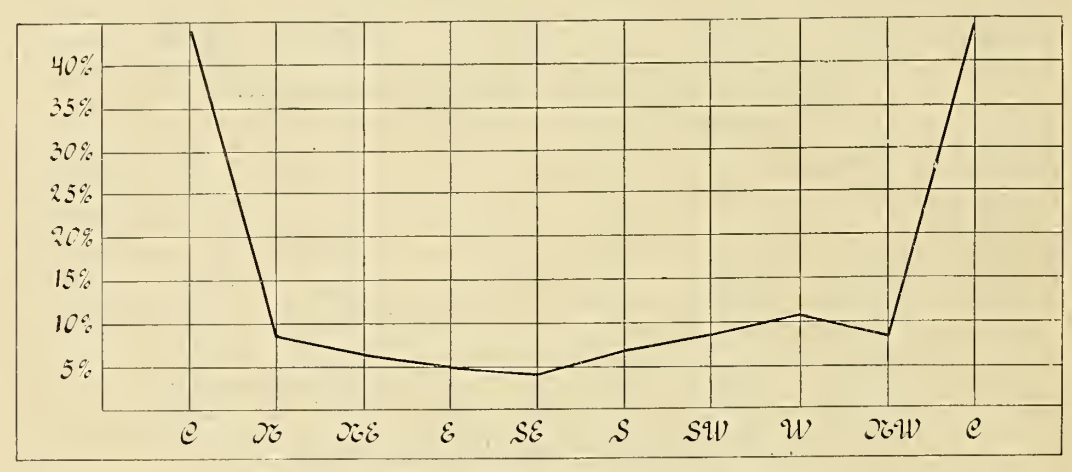


Fig. 43. Die Windrichtungen Kaposvár's im Herbste.

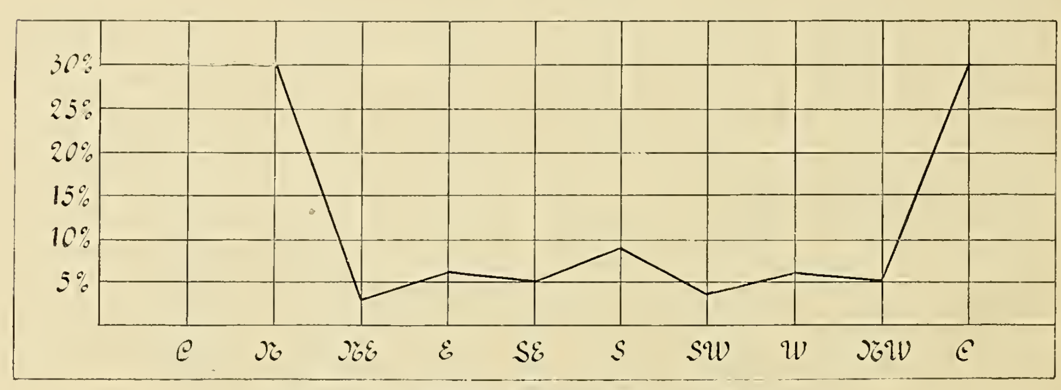


Fig. 44. Die Windrichtungen Pécs's im Herbste.

Tabelle 15. Monatliche Vertheilung der Windrichtungen.

Station	Monat	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Im ganz. Jahre
Pannonhalma	N	11	10	10	13	10	14	15	12	12	9	10	7	11
	NE	1	3	3	2	2	4	3	2	3	1	2	2	2
	E	6	6	7	5	9	4	6	3	4	5	6	5	6
	SE	9	8	13	7	9	5	3	2	3	8	9	10	7
	S	12	14	12	9	11	9	8	7	9	13	14	15	11
	SW	19	17	14	15	15	17	13	16	16	17	15	*21*	17
	W	*19*	*23*	*22*	*22*	*19*	*24*	*23*	*30*	*32*	*23*	*22*	*19*	*23*
	NW	*22*	*17*	*18*	*25*	*24*	*22*	*27*	*27*	*20*	*23*	*21*	19	*22*
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keszthely	N	*23*	*23*	*23*	*27*	*22*	*29*	*30*	*29*	*26*	*21*	*23*	*18*	*25*
	NE	8	6	5	6	10	7	7	11	11	8	5	8	8
	E	7	11	13	7	10	5	3	1	3	4	6	11	7
	SE	*16*	*20*	*17*	*14*	*15*	14	*13*	11	*14*	*15*	*15*	*15*	*15*
	S	6	4	4	5	5	5	4	4	5	4	6	9	5
	SW	4	3	5	11	11	15	12	*12*	8	8	12	7	9
	W	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1
	NW	8	4	6	5	6	6	8	8	8	9	5	4	6
	C	27	28	29	23	19	17	20	23	23	29	25	27	24
Balaton-Füred	N	*22*	*25*	*24*	*28*	*26*	*16*	*21*	*17*	*16*	*18*	*18*	*21*	*21*
	NE	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	E	10	9	*12*	6	11	9	4	4	5	5	4	*11*	8
	SE	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
	S	2	4	4	10	*12*	12	9	12	13	8	8	6	8
	SW	1	1	1	3	1	3	2	2	4	2	2	1	2
	W	*12*	*11*	11	*11*	11	*15*	*24*	*21*	*20*	*14*	*14*	8	*14*
	NW	2	2	4	4	2	3	4	5	3	3	2	2	3
	C	49	45	41	35	35	37	34	37	37	48	50	48	42

Tabelle 15. **Monatliche Vertheilung der Windrichtungen.**

Station	Monat	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Im ganz. Jahre
Városhidvég	N	*19*	*21*	*22*	*22*	*18*	*22*	*22*	*25*	*21*	*13*	*17*	*20*	*20*
	NE	4	3	4	5	4	2	3	3	2	2	3	3	3
	E	9	10	6	4	10	7	3	4	5	8	9	*14*	7
	SE	10	8	9	7	*15*	7	7	7	7	9	14	10	9
	S	*15*	*15*	13	16	14	14	10	11	12	*18*	*16*	*14*	14
	SW	9	8	7	8	6	9	7	6	6	8	5	7	7
	W	8	6	9	8	7	6	8	7	9	10	6	7	8
	NW	13	12	*14*	*17*	11	*16*	*21*	*21*	*18*	*13*	14	11	*15*
	C	12	17	16	12	14	17	18	16	20	18	16	14	16
Nagy-Kanizsa	N	*19*	*20*	*16*	*22*	*19*	*21*	*17*	*18*	*16*	*16*	*16*	*15*	*18*
	NE	7	7	7	11	13	11	7	9	8	6	10	6	8
	E	7	8	9	6	9	6	5	4	4	6	8	7	7
	SE	8	11	10	7	7	6	4	6	6	9	10	12	8
	S	*18*	*21*	*19*	*20*	*18*	*18*	*20*	*13*	*16*	*14*	*17*	*18*	*18*
	SW	13	6	11	11	11	13	14	12	9	9	13	11	13
	W	2	2	5	3	5	4	7	10	9	4	2	4	5
	NW	8	8	7	7	7	9	10	12	10	9	7	8	9
	C	18	16	15	12	10	11	16	15	22	25	17	18	16
Kaposvár	N	*11*	*9*	7	8	7	5	8	8	7	7	7	*8*	8
	NE	3	6	5	8	8	7	8	5	6	6	6	6	6
	E	4	6	5	4	5	3	2	2	2	4	4	6	4
	SE	5	8	*13*	6	8	6	4	3	6	6	3	3	6
	S	5	4	6	7	6	9	8	6	*10*	7	8	7	7
	SW	*8*	7	*8*	9	*13*	*16*	*11*	8	8	7	*9*	7	*9*
	W	5	5	6	*12*	8	9	10	*14*	*11*	*12*	*13*	*8*	*9*
	NW	6	*10*	8	*10*	*8*	*11*	*11*	*16*	7	*8*	7	7	*9*
	C	52	45	42	36	36	34	37	38	43	42	42	47	41

Tabelle 15. Monatliche Vertheilung der Windrichtungen.

Station	Monat	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Im ganz. Jahre
Pécs	N	*31*	*30*	*27*	*34*	*27*	*32*	*43*	*43*	*37*	*31*	*31*	*27*	*33*
	NE	2	2	1	3	5	3	3	3	3	3	2	3	3
	E	7	8	*9*	5	8	7	4	4	4	6	7	*8*	6
	SE	3	5	*9*	5	7	5	2	2	2	4	5	5	5
	S	*8*	*9*	8	8	*12*	11	8	8	*9*	*20*	*9*	*8*	*9*
	SW	3	2	3	4	5	4	2	3	3	3	3	3	3
	W	4	5	7	*11*	9	*12*	11	7	7	7	*9*	6	8
	NW	4	4	5	8	7	10	*12*	*11*	8	6	5	5	7
	C	37	34	31	21	20	16	15	18	27	29	28	35	26

ganz denselben herrschenden Windrichtungen, ferner dem gleichen allgemeinen Charakter der Windvertheilung. In Balaton-Füred, Városhidvég und Nagy-Kanizsa gibt es etwas mehr Windstillen als im Winter, an den übrigen Stationen etwas weniger. Für Kaposvár sind die herrschenden Windrichtungen nicht N und SE, wie im Winter, sondern W und SW.

Werfen wir nun einige kurze, vergleichende Blicke auf die Vertheilung der Windstillen und Windrichtungen nach den einzelnen Jahreszeiten, so wird ersichtlich, dass Windstillen an den meisten Orten im Winter und Herbst am häufigsten vorkommen; entweder mit einem Winter- oder einem Herbst-Maximum, und dass die windigsten Jahreszeiten — mit Ausnahme Keszthelys — der Frühling und der Sommer sind, mit einem Windstillen-Minimum im Frühling. Von allen Stationen befinden sich das ganze Jahr hindurch die gleichmässigsten Stationen in Pannonhalma und Pécs, obwohl sich die zweite Hauptrichtung an letzterem Orte in den einzelnen Jahreszeiten verändert. Uebrigens kommt sie ohnedies selten vor. Zu jeder Jahreszeit am veränderlichsten sind die Windrichtungen Kaposvárs und nach dieser Station die von Nagy-Kanizsa und Városhidvég; obgleich an diesen letzten zwei Orten auch die Hauptwindrichtung recht gut ausgebildet ist. Die anderen Stationen nehmen eine mittlere Stelle ein mit gut entwickelter Hauptrichtung.

Behufs Vervollständigung des über die Vertheilung der Windrichtungen gegebenen Bildes, betrachten wir noch die monatliche Vertheilung derselben in einer Tabelle, wobei wir die Daten derartig anordnen, dass sich die Windverhältnisse der gesammten Stationen für jeden einzelnen Monat in einer Station überschauen lassen (Siehe die Tabellen 15 auf Pag. 41—43).

Die monatliche Vertheilung der Windrichtungen bietet ein viel ausdrucksvolleres Bild der für die einzelnen Stationen charakteristischen Züge. Nimmt man die Häufigkeit der beiden Hauptwindrichtungen und damit in Vergleich dieselben

der anderen Windrichtungen in Betracht, so findet sich, dass vom ersten Standpunkte aus die Windverhältnisse von Nagy-Kanizsa am ständigsten sind, und zwar durch seine, durch alle Monate hindurch gleichbleibenden zwei Hauptwindrichtungen (N und S), von denen bald die eine, bald die andere in den Vordergrund tritt, ohne dass sich jedoch in Bezug auf ihre Häufigkeit für jedwelchen Monat eine nennenswerthere Differenz ergeben würde; trotzdem sind die Windrichtungen Nagy-Kanizsas im Uebrigen ziemlich abwechslungsreich, denn ausser den beiden Haupt-Windrichtungen kommen auch die anderen Richtungen genügend oft vor. Am häufigsten kommen die mit den Hauptwindrichtungen benachbarten Richtungen SW und NW vor, hierauf NE und SE, am seltensten sind die mit den Hauptrichtungen in einem rechten Winkel stehenden W- und E-Winde. Nach Nagy-Kanizsa sind die herrschenden Windrichtungen in Pannonhalma am stabilsten, wo der W und NW von Monat zu Monat um den Vorrang streiten und nur einmal — im November — wird der SW zur Hauptrichtung. Neben dem W und NW kommen auch noch der SW, S und N häufiger vor, die anderen selten; den westlichen, als den häufigsten Winden entgegen sind also die zu diesen auch räumlich entgegengesetzten östlichen Winde (NE, E, SE) am seltensten. In Keszthely nimmt neben den beiden Hauptrichtungen (N und SE) eine dritte Windrichtung die zweite Stelle nur zweimal ein. Die anderen Windrichtungen kommen selten vor. Nach Keszthely folgen in der Reihe Balaton-Füred, denn neben dem N und W, als Hauptrichtungen fällt die zweite Stelle nur dreimal auf eine andere Richtung, und zwar zweimal auf E, einmal auf S, die beide mit den Hauptrichtungen völlig entgegengesetzt sind. Die vier anderen Windrichtungen sind überaus selten. Hierauf folgen Városhidvég und Pécs, an welchen Orten eine dritte Windrichtung in fünf-sechs Fällen an die zweite Stelle gelangt, und zwar reiht sich in Városhidvég neben den N und NW als herrschende Windrichtungen in fünf Fällen der S an, und zwar einmal — im September — als Hauptwindrichtung; einmal geräth der SE und einmal der E an die zweite Stelle. Neben den drei herrschenden Richtungen, nämlich dem N, NW und S, kommen, mit Ausnahme des NE, auch die anderen Richtungen genug häufig vor. Für Pécs sind die beiden Hauptrichtungen N und S, neben dem S kommen jedoch bald der E, bald der SE, bald wiederum der W und NW an die zweite Stelle. Auf diese Art würden die Windverhältnisse von Pécs überaus abwechslungsvoll erscheinen, in Wirklichkeit gehören dieselben jedoch zu den ständigsten, denn Pécs besitzt eigentlich nur eine, aber für jeden Monat gut entwickelte Windrichtung, den N, die anderen sind im Vergleiche dazu nur selten. Das abwechslungsreichste Bild bietet uns auch so Monat für Monat Kaposvár. Im Allgemeinen wären die W-lichen (SW, W, NW) Winde die herrschenden, neben denselben gelangen jedoch auch der N, SE und S an die zweite Stelle. Die Veränderlichkeit in den Windverhältnissen Kaposvárs wird jedoch nicht durch diesen Zug ausgedrückt, sondern dadurch, dass diese Station eine eigentliche, gut entwickelte, herrschende Windrichtung überhaupt nicht besitzt, da neben der grossen Anzahl von Windstillen beinahe alle Windrichtungen in ziemlich gleicher Häufigkeit auftreten.

III. CAPITEL.

Die Temperatur.

Als wichtigsten der unmittelbar einwirkenden klimatischen Factoren lege ich überaus grosses Gewicht auf die Temperatur, auf die ich demgemäss auch besondere Sorgfalt verwende, jederzeit bestrebt, die Einwirkung des Balaton auf die Temperatur der Gegend nachzuweisen. Meine Beschreibung werde ich mit dem allgemeinsten, abstractesten Bilde beginnen, nämlich mit den jährlichen Mitteln und den Monatsmitteln der zwei extremsten Monate, dem Januar und Juli. Sodann gehe ich auf die monatliche Temperaturvertheilung über und die jährlichen periodischen Veränderungen auf dem Wege der Monatsmittel, mit Bezugnahme darauf, auf welche Art und Weise sich die Temperatur vom Minimum zum Maximum erhebt und umgekehrt vom Maximum zum Minimum herabsinkt. Diesen letzteren Zug werde ich sodann auf Grund der Pentaden des Näheren und Eingehenderen erläutern. Neue Charakterzüge zur Darlegung der Temperaturverhältnisse bieten die Tagesschwankung, die mittleren und absoluten Extreme und Schwankungen. Endlich bietet auch die Variabilität einen neuen Standpunkt zur Beurtheilung der Temperaturverhältnisse. Die einschlägigen fünf Karten VI—X und die Figuren 44 bis 54 dienen zur besseren Veranschaulichung der Temperaturverhältnisse des Balaton.

Wie grossen Einfluss ein grösserer Binnensee auf die Temperatur der Gegend ausüben kann, zeigt uns am besten die Differenz in der Temperatur des westlichen und östlichen Ufers des Michigan-Sees In Nordamerika herrschen in der Umgebung der grossen Seen besonders vom October bis März continentale, überaus trockene W- und NW-Winde, die unmittelbar das westliche Ufer des Sees bestreichen und dasselbe stark abkühlen, während sie an das östliche Ufer nur über den See hinüber gelangen und dabei schon viel milder werden. Die Temperatur-Differenzen der beiden Ufer zeigt das folgende Beispiel:

	Milvaukee N. Br. 43° 3′, Ö. L. —87° 54′ H = 212 m.	Grandhaven N. Br. 43° 5′ Ö. L. —86° 18′ H = 186 m.	Differenz
Oct.	8·9	10·0	1·1
Nov.	2·1	3·8	1·7
Dec.	—3·3	—0·4	2·9
Jan.	—6·7	—3·2	3·5
Febr.	—4·2	—3·1	1·1
März	—0·8	0·7	1·5
Jahres M.	7·3	8·6	1·3
Mittl. Min.	—26·9	—19·6	7·3

Die Temperatur-Differenz ist an den beiden gegenüber gelegenen Küsten des Sees nicht nur am Monats-, sondern auch am Jahresmittel und noch um Vieles besser am mittleren Minimum zu ersehen.

Der Balaton mit seinem kleineren Flächeninhalt, seiner geringeren Tiefe, der dazu noch den ganzen Winter hindurch ständig zugefroren ist, wird natürlich einen viel geringeren Einfluss ausüben, als dass die Differenzen schon an den Jahres-

mitteln so auffällig ersichtlich sein würden, umso mehr, als in dieser Gegend auch derartig kalte und excessiven Charakter besitzende continentale Winde, wie in der Michigan-Gegend, nicht vorherrschen. Doch wird eine Wasserfläche von der Ausdehnung des Balatons auf die Temperatur der Umgebung dennoch einigen Einfluss auf die Temperatur der Gegend ausüben.

Betrachten wir diesen Einfluss nun des Näheren.[1] Tabelle 16 gibt die mittleren Jahrestemperaturen.

Tabelle 16. **Mittlere Jahrestemperatur.**

Station	Kőszeg	Zala-Egerszeg	Magyar-Óvár	Csáktornya	Nagy-Kanizsa	Pannonhalma	Budapest	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Kaposvár	Pécs	Szálka	Kalocsa[2]
Jahres-Mittel	9·3	9·3	9·5	9·6	9·7	9·5	9·9	10·4	10·1	10·2	10·4	10·3	9·7	10·9

Dieselben Verhältnisse zeigt auch die Karte VI, auf der ich die Isothermen verzeichnete, die ich nach der Differenz von je 0·5° aus zog.

Der westliche Theil Ungarns ist in der Gegend der Ausläufer der Ostalpen im Allgemeinen kälter, als der innere Theil des Landes. Von Westen nach Osten zu vorgehend, hebt sich die Temperatur graduell gegen das ungarische Tiefland zu. Dieses Verhältniss zeigt der nördliche Theil Transdanubiens, wo Kőszeg, Magyar-Óvár, Pannonhalma, endlich Budapest die nach Ost zu sich stetig hebende Temperatur vertreten. Desgleichen weist auch die südliche Hälfte Transdanubiens, Csáktornya, Nagy-Kanizsa, Kaposvár, Pécs, eine andauernde Steigung auf. Nur in der mittleren Linie, Zala-Egerszeg, Keszthely, Balaton-Füred und Városhidvég, zeigt sich eine Unregelmässigkeit, denn die zwei zu einander naheliegenden Städte Zala-Egerszeg und Keszthely zeigen sogar im jährlichen Durchschnittsmittel eine Differenz von 1·1° und dabei stehen die noch um ein Beträchtliches weiter nach Osten stehenden Balaton-Füred und Városhidvég noch immer um 0·3—0·2° tiefer als Keszthely. Auch Balaton-Füred und Keszthely liegen am nördlichen Ufer des Balaton, und hier wie dort ist der N der herrschende Wind, nur dass während in Keszthely die neben dem N durchstreichende SE die zweite Hauptrichtung ist, die in Balaton vorherrschende zweite W-Hauptwindrichtung gleichfalls ein continentaler Wind ist und die über den Balaton hinwegziehende S-Richtung äusserst selten auftritt. Dass diese Temperatur-Unterschiede wirklich nur durch den Balaton und nicht durch einen anderen localen Umstand verursacht werden, allein aus dem durchschnittlichen Jahresmittel zu folgern, wäre jedenfalls verfrüht. Dass jedoch zufolge der mitgetheilten Windrichtungen wirklich der Balaton der Grund dieses Umstandes ist, kann ich schon jetzt erklären, denn, wie bei der Betrachtung der

[1] Die Daten meiner eigenen Stationen sind durchwegs auf die 20 Jahre zwischen 1874—1893 reduziert. Die übrigen Daten schöpfte ich aus dem Jahrbuche der Meteorologischen Central-Anstalt für 1890, auch diese sind 20-jährige Mittel (1871—1890).

[2] Kalocsa habe ich desswegen aufgenommen, um auch die Verhältnisse des benachbarten Alföld an wenigstens einem Beispiele ersichtlich zu machen.

mittleren Temperatur der einzelnen Beobachtungsstunden ersichtlich sein wird, ist für Keszthely die Mittagstemperatur um 0·4° niedriger, als die für Balaton-Füred, während die Morgentemperatur um 0·5°, die Abendtemperatur um 0·6° höher ist. Dies ist nur so erklärlich, dass in Keszthely der SO die grössere Mittagswärme mildert, Morgens und Abends jedoch die grössere Abkühlung verhindert. Als ein zweiter Beweis mag die Thatsache angeführt werden, dass in denjenigen Monaten, in denen der Balaton zugefroren oder sein Wasser noch sehr kalt ist, Keszthely kälter ist als Balaton-Füred. Keszthely müsste jedoch auch in dem Falle ein wärmeres Klima haben, wenn auch in Balaton-Füred der Balaton-Wind gleich häufig sein würde, denn die seichtere Keszthelyer Hälfte des Balaton durchwärmt sich viel schneller und häufiger, als die mehr compacte und tiefere östliche Hälfte; besonders schnell müssen sich auch die überaus seichten, oft sumpfigen Stellen des westlichen Balaton erwärmen. Dieser zuletzt erwähnte Umstand ist auch der Grund dessen, dass z. B. in Városhidvég, wo neben vorherrschenden N- und NW-Winden die Einwirkung des Balaton wirklich fühlbar ist, die Temperatur dennoch niedriger ist als in Keszthely; übrigens ist die Einwirkung in Városhidvég auch schon deshalb geringer, weil die Stadt vom Balaton weiter entfernt ist.

All dies werden wir noch ausführlicher, durch Zahlen illustrirt, bei der Vertheilung und Schwankung der Temperatur nach Jahreszeiten und Monaten sehen.

Diese Vergleichsstellung von Keszthely mit Balaton-Füred und Városhidvég zeigt einstweilen nur so viel, dass der Einfluss des Balatons auf einer Stelle grösser, auf der anderen kleiner ist und zweifelohne dadurch charakteristisch wird, dass diese Einwirkung sogar an den Jahresmitteln gut ersichtlich wird; worin jedoch eigentlich — von Jahreszeit zu Jahreszeit fortschreitend — diese Einwirkung des Balatons besteht, d. h. wie gross dieser Einfluss ist und in welchem Verhältniss die abkühlende Kraft desselben zu der erwärmenden steht, werden wir erst bei der eingehenderen Beschreibung der Temperaturverhältnisse sehen.

Ein anderer charakteristischer Zug, der noch auf der 6. Karte ersichtlich ist, ist der, dass in der nördlichen Hälfte Transdanubiens die Temperatur eine durchschnittlich niedrigere ist als unter dem gleichen Meridiane in der südlichen Hälfte desselben, derart, dass der südöstliche, vom Balaton nach Süden und Südosten fallende Theil Transdanubiens und die Balaton-Gegend selber der wärmste, der nordwestliche und westliche Theil jedoch der kälteste ist.

Folgende Tabelle zeigt die Vertheilung der Temperatur nach den einzelnen Jahreszeiten derart, dass bei jeder einzelnen Station in der zweiten Hälfte der Tabelle das Steigen der Temperatur vom Winter bis in den Sommer und das Fallen vom Sommer bis zum Winter und in der letzten Columne die Differenzen zwischen der Sommer- und Wintertemperatur angeführt werden.

Tabelle 17 zeigt die Vertheilung der Temperatur viel allgemeiner und abstracter, als dass aus derselben der vom Balaton auf die Gegend ausgeübte Einfluss sichtbar werden könnte. Die Wirkung müsste man nämlich, mit anderen Stationen verglichen, in einer niedrigeren Frühlings- und höheren Herbsttemperatur und dementsprechend in einer kleinsten Temperaturdifferenz zwischen Sommer und Herbst, einer grössten zwischen Herbst und Winter und endlich einer kleineren Differenz zwischen Sommer und Winter suchen; jedoch müssen wir hiebei in Betracht ziehen, dass wir als Frühjahr und Herbst je drei solche Monate zusammenziehen, die zur Hälfte noch winterlichen, zur Hälfte jedoch schon sommerlichen Charakter

Tabelle 17. Durchschnittliche Temperatur-Mittel in den einzelnen Jahreszeiten.

Station		Kőszeg	Zala-Egerszeg	Magyar-Óvár	Csáktornya	Nagy-Kanizsa	Pannonhalma	Budapest	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Kaposvár	Pécs	Szálka	Kalocsa
Winter		—1·0	—1·4	—1·2	—1·2	—1·0	—0·7	—1·1	—0·5	—0·5	—0·6	—0·7	—0·5	—1·2	—0·5
Frühling		9·4	9·6	9·6	9·9	10·0	9·2	10·2	10·6	10·4	10·2	10·4	10·5	9·8	11·1
Sommer		19·4	19·9	19·7	20·0	20·1	19·5	20·3	20·7	20·1	20·7	21·1	20·5	20·1	21·6
Herbst		9·5	9·3	9·8	9·7	9·8	9·9	10·1	10·7	10·5	10·5	10·8	10·6	10·0	11·2
Steigen	vom Winter auf den Frühling	10·4	11.0	10·8	11·1	11·0	9·9	11·3	11·1	10·9	10·8	11·1	11·0	11·0	11·6
	vom Frühling auf den Sommer	10·0	10·3	10·1	10·1	10·1	—10·3	10·1	10·1	9·7	10·5	10·7	10·0	10·3	10·5
Fallen	vom Sommer auf den Herbst	9·9	10·6	9·9	10·3	10·3	9·6	10·2	10·0	9·6	10·2	10·3	9·9	10·1	10·4
	vom Herbst auf den Winter	10·5	10·7	11·0	10·9	10·8	10·6	11·2	11·2	11·0	11·1	11·5	11·1	11·2	11·7
Differenz zwischen Winter u. Sommer		20·4	21·3	20·9	21·2	21·1	20·2	21·4	21·2	20·6	21·3	21·8	21·0	21·3	22·1

tragen, und dass der Balaton auf seine Umgebung zweierlei Einflüsse ausübt, nämlich einen abkühlenden und einen erwärmenden, die beide — wie später ersichtlich sein wird — recht deutlich ausgeprägt erscheinen, sich jedoch als gegensätzliche Erscheinungen im durchschnittlichen Mittel aufheben. Bei der Verhandlung der in den Beobachtungsstunden herrschenden Temperaturen wird sich die Einwirkung auch für die einzelnen Jahreszeiten nachweisen lassen. Trotz alledem müsste sich, wenn der Balaton im Winter nicht zufrieren oder das Schmelzen des Eises längere Zeit andauern würde, oder aber bei einer grösseren Wassermenge langsamer an die Luftwärme anbequemen würde: die Differenz auch an den durchschnittlichen Saisonsmitteln zeigen.

Ist nun hiedurch die obige Tabelle unnöthig geworden? Durchaus nicht; denn mein Ziel ist ja nicht allein immerdar die Einwirkung des Balatons auf seine Umgebung zu erforschen, sondern ein womöglich getreues Bild der climatischen Verhältnisse der Balaton-Gegend zu geben. Aus diesem Gesichtspunkte bietet nun obige Tabelle einen nicht nur für die Balaton-Gegend, sondern für ganz Transdanubien überaus interessanten Zug dar. Durch eine Vergleichung der Temperaturverhältnisse des Frühlings und Herbstes wird Transdanubien in zwei Theile zerlegt. In der einen Gruppe, in Zala-Egerszeg, Csáktornya und Nagy-Kanizsa — also gerade in der Nähe der Balaton-Gegend — ist die Temperatur im Frühling eine höhere als im Herbst; zur anderen Gruppe gehört der grössere Theil Transdanubiens mit einer grösseren Herbst- und kleineren Frühlingstemperatur. Dem entsprechend existiren an den ersteren Orten die kleinsten Unterschiede zwischen den Temperaturen des Frühlings und Sommers, die grössten zwischen denen des Winters und Frühlings; an letzteren Orten sind hingegen die kleinsten Unterschiede zwischen den Temperaturen des Sommers und Herbstes, die grössten zwischen denen des Herbstes und Winters vorhanden. Budapest gehört zum ersteren, Kalocsa zum letzteren Typus. In der südwestlichen Hälfte Transdanubiens ist als Ursache der geringeren Herbsttemperatur wahrscheinlich das dort vorherrschende herbstliche Regenwetter anzusehen.

Die Differenz zwischen den sommerlichen und winterlichen Durchschnitts-Temperaturen ist am kleinsten in Kőszeg, Magyar-Óvár und Pannonhalma, also im nördlichen, kälteren Theile Transdanubiens und in Balaton-Füred.

Im Folgenden werden wir nun den Jahresgang der Temperatur von Monat zu Monat, sowie auch die sogenannte periodische mittlere Jahresschwankung, das ist die Differenz zwischen der Temperatur der wärmsten und kältesten Monate verfolgen. Von den Monaten werde ich mich mit vieren auch des Besonderen befassen, und zwar mit dem Januar und Juli als den zwei Monaten extremsten Charakters, auf Grund deren man in ähnlichen Werken die Isothermen zumeist anzufertigen pflegt, dem October und November deswegen, da dieselben dem speciellen Charakter dieses Werkes am besten entsprechen, d. h. die durch den Balaton auf eine Gegend ausgeübten Einfluss auch in den Monatsmitteln am besten zum Ausdruck bringen.

Eben diese monatliche Vertheilung und den jährlichen periodischen Gang der Temperatur zeigen auch die in Fig. 45—51 vorgeführten Figuren, deren jede die Temperaturverhältnisse je zweier Stationen vorführt, wobei ich die einzelnen Stationen derart gruppirte, dass ich den Stationen der Balaton-Gegend je eine in der südwestlichen Hälfte Transdanubiens, den vom Balaton südlich liegenden Stationen jedoch je eine von diesen nord-nordwestlich liegende Station anfügte,

Tabelle 18. Mittlere Monatstemperatur und die periodische jährliche Schwankung.

Station	Kőszeg	Zala-Egerszeg	Magyar-Óvár	Csáktornya	Nagy-Kanizsa	Pannonhalma	Budapest	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Kaposvár	Pécs	Szálka	Kalocsa
Dezember . . .	—1·1	—1·2	—1·2	—0·9	—0·9	—0·3	—1·0	—0·2	—0·4	—0·1	0·1	0·1	—0·3	—0·4
Januar	—1·6	—2·4	—2·0	—2·6	—1·9	—1·7	—1·9	—1·6	—1·3	—1·8	—2·2	—1·8	—2·7	—1·4
Februar	—0·2	—0·6	— 0·4	—0·2	—0·2	0·0	—0·5	0·3	0·3	0·2	0·2	0·3	—0·4	0·4
März	4·1	3·9	4·0	4·6	4·7	3·7	4·5	5·1	5·1	4·8	4·5	4·9	4·0	5·5
April	10·0	10·0	10·2	10·4	10·4	10·1	10·8	11·2	10·9	10·0	11·0	11·1	10·3	11·8
Mai	14·2	14·9	14·7	14·6	14·9	13·8	15·2	15·4	15·0	15·9	15·7	15·4	15·1	16·1
Juni	18·1	18·8	18·6	19·0	18·8	18·4	19·1	19·5	18·7	19·4	20·1	19·4	19·2	20·2
Juli	20·6	21·0	20·8	21·2	21·4	20·6	21·4	21·7	21·2	22·0	22·2	21·4	21·0	22·7
August	19 6	19·9	19·7	19·7	20·2	19·6	20·4	20·8	20·3	20·7	21·1	20·7	20·0	21·8
September . . .	15·3	15·1	15·5	15·2	15·3	16·2	16·0	16·6	16·3	16·0	16·7	16·7	15·8	17·2
Oktober	9·6	9·4	10·2	9·9	10 0	9·9	10·2	10·9	10·7	10·9	11·2	11·0	10·4	11·4
November . . .	3·6	3·5	3·8	4·0	4·0	3·6	4·0	4·7	4·6	4·5	4·4	4·2	3·8	5·0
Ganz. Jahr . . .	9 3	9·3	9·5	9·6	9·7	9·5	9·9	10·4	10·1	10·2	10·4	10·3	9·7	10·9
Periodische jährl. Schwankung . .	22·2	23·4	22·8	23·8	23·3	22·3	23·3	23·3	22·5	23·8	24·4	23·2	23·7	24·1

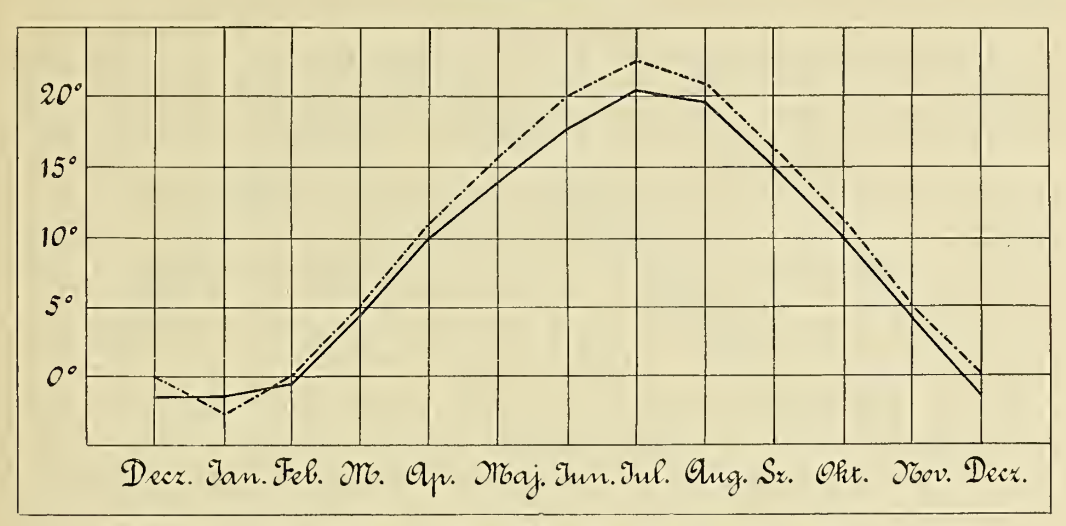


Fig. 45. Die mittlere Temperatur von Kőszeg und Kaposvár (punktierte Linie).

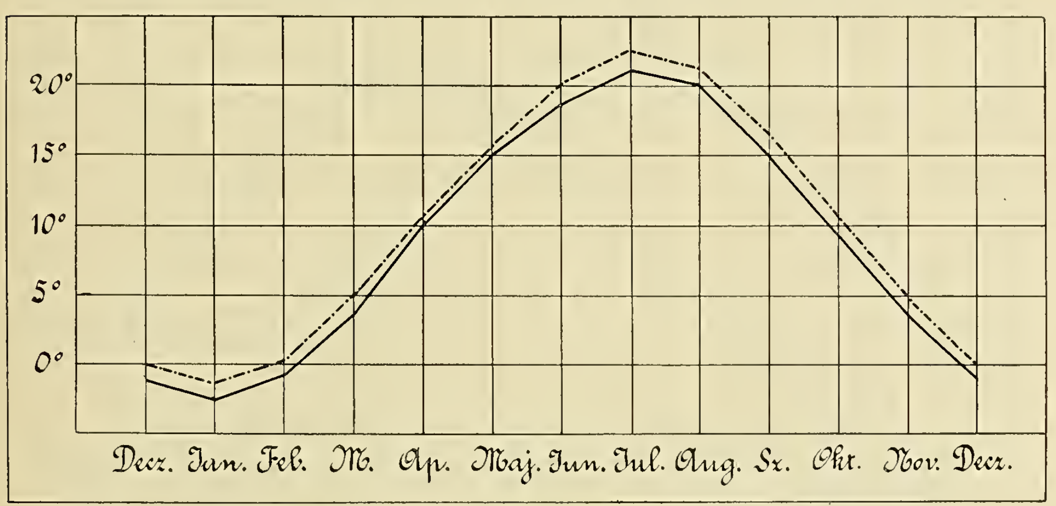


Fig. 46. Mittlere Temperatur von Zala-Egerszeg und Keszthely (punktierte Linie).

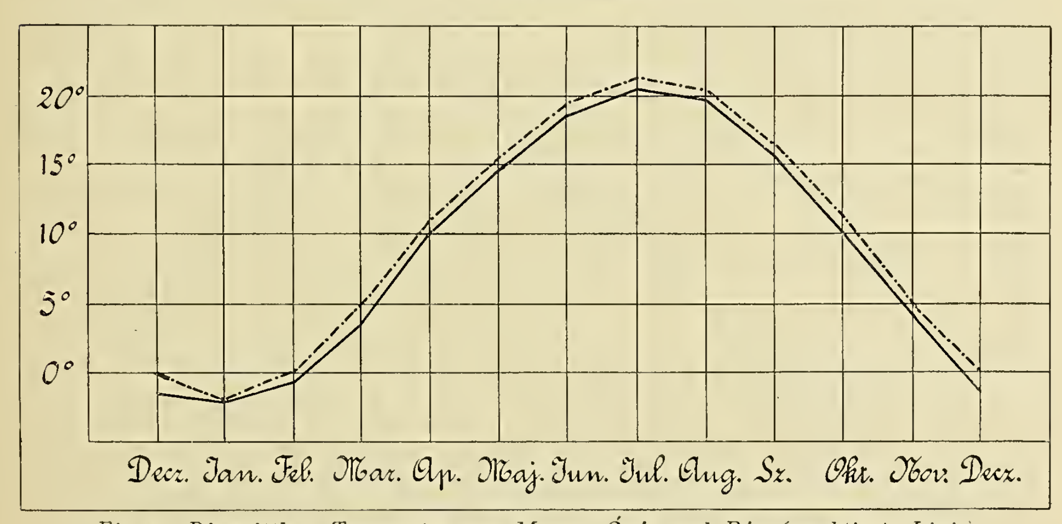


Fig. 47. Die mittlere Temperatur von Magyar-Óvár und Pécs (punktierte Linie).

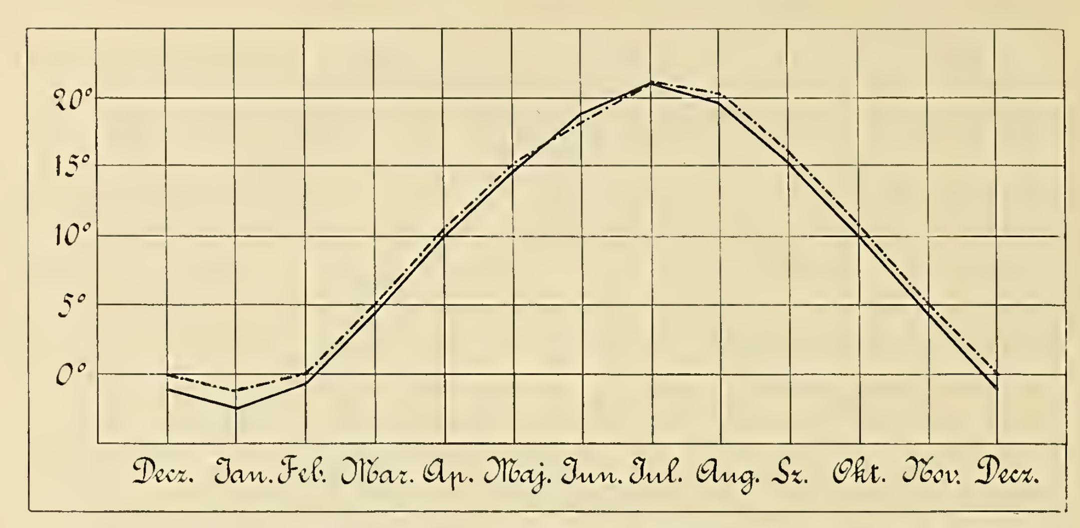


Fig. 48. Die mittlere Temperatur von Csáktornya und Balaton-Füred (punktierte Linie).

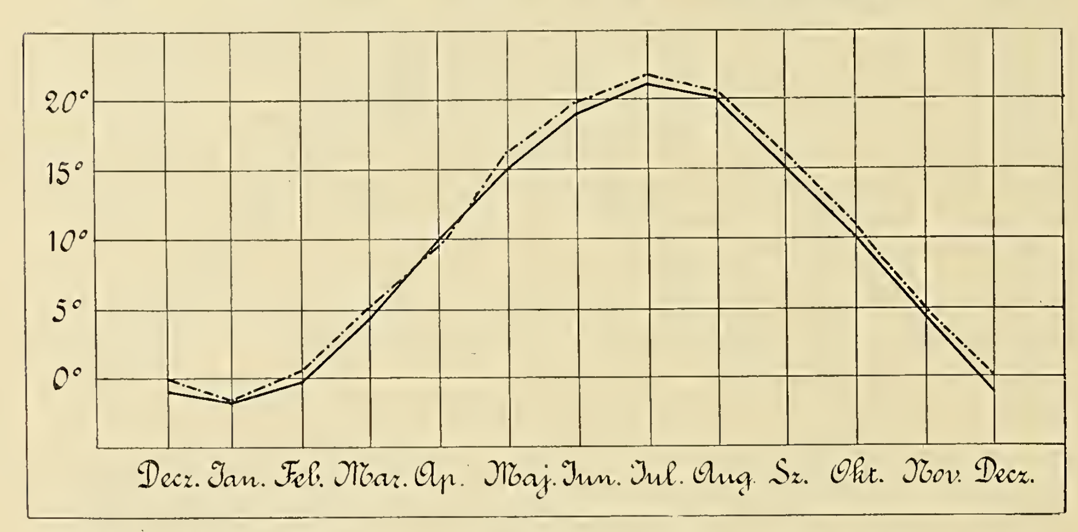


Fig. 49. Die mittlere Temperatur von Nagy-Kanizsa und Város-Hidvég (punktierte Linie).

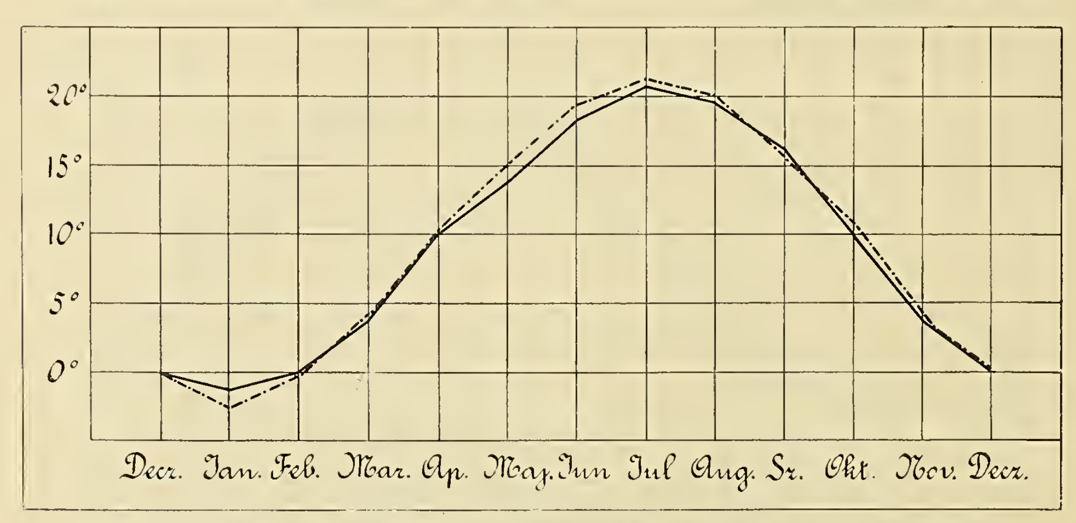


Fig. 50. Die mittlere Temperatur von Pannonhalma und Szálka (punktierte Linie).

dass auf diese Art aus jeder Figur der Gegensatz zwischen den Temperaturverhältnissen des nördlichen und südlichen Theiles von Transdanubien, wie auch des westlichen und an den Balaton angrenzenden Theiles der mittleren Landstrecken klar in die Augen falle.

Der Jahresgang der Temperatur ist auf jeder Figur, beziehentlich auf jeder Station derselbe: von Januar bis zum Juli Steigung, vom Juli bis zum Januar Abfallen, und zwar verlaufen die Curven mit einander ziemlich parallel.

In den Wintermonaten bleibt die Temperatur den monatlichen Monatsmitteln zufolge in zwei Monaten über 0° C., im December und Februar, mit Ausnahme der littoralen Stationen und der Station Szálka, die auch in dieser Beziehung den anderen Theilen Transdanubiens angehört, wo das Monatsmittel der Temperatur in allen drei Monaten unter 0° C. herabsinkt. Vergleicht man den Frühling mit dem Herbst, so wird ersichtlich, dass an allen einzelnen Stationen die zwei Frühlingsmonate März und April ein höheres Mittel ergeben als die entsprechenden

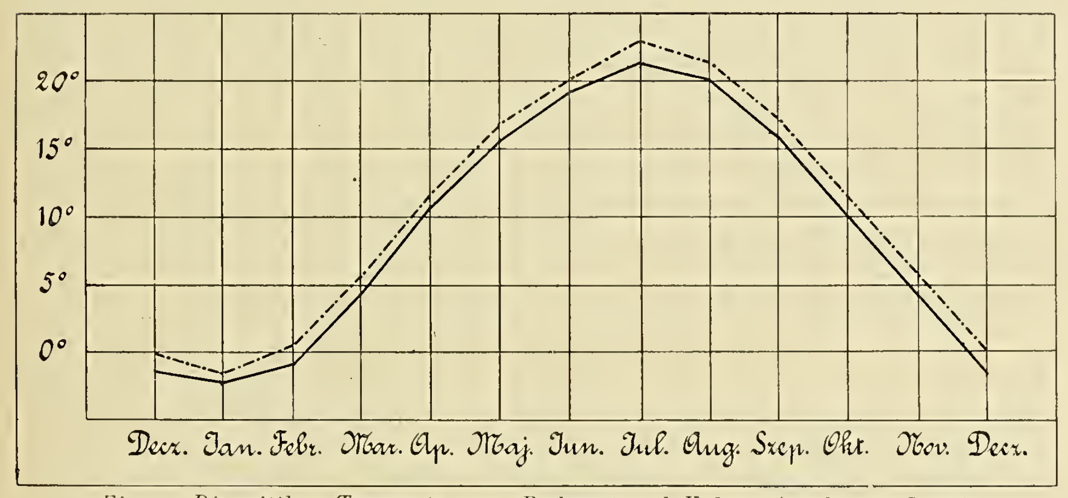


Fig. 51. Die mittlere Temperatur von Budapest und Kalocsa (punktierte Linie).

Monate October und November, während hiezu im Gegensatze die Temperatur des Septembers um ein Beträchtliches höher ist als die des Mai. An jenen Orten Transdanubiens also, wo die herbstliche Temperatur grösser ist als die des Frühlings (mit Ausnahme des südwestlichen Theiles von Transdanubien überall), wird dieses Verhältniss einzig durch die hohe September-Temperatur hervorgerufen.

Die jährliche periodische Schwankung der Temperatur ist im Allgemeinen in den wärmeren Gegenden Transdanubiens am grössten; dieser Gruppe reiht sich blos der nordwestliche Theil Transdanubiens an. Bei den vorigen Stationen wird die grössere Schwankung durch die höhere Juli-, bei den letzteren durch die niedrigere Januar-Temperatur verursacht.

Der durch den Balaton ausgeübte Einfluss macht sich besonders in den Spätmonaten schön bemerkbar, in Etwas auch schon im October, sehr gut jedoch im November; was jedoch nicht an der Temperatur der Frühlingsmonate in die Augen fällt, ist die Einwirkung der durch das Aufthauen verursachten Abkühlung, zum Theil, da das Eis verhältnissmässig schnell schmilzt, zum Theil aber, da es von Jahr zu Jahr zu überaus verschiedener Zeit schmilzt. Ueber diese Frage jedoch später bei den Pentaden! Dass aus den jährlichen periodischen Schwankungen der

Einfluss des Balaton nicht ersichtlich ist, wird man schon aus dem Grunde für natürlich finden, den wir auch bei der Verhandlung über die Temperaturdifferenzen zwischen Winter und Sommer erwähnten. Dennoch besitzt der Balaton, wie sogleich ersichtlich werden wird, einen starken Einfluss auf die Balaton-Gegend, nur dass derselbe ein von Tag zu Tag antagonistischer ist.

Die VII. Karte zeigt die Isothermen des Januar, die ich, von 0·1 ausgehend, von fünf zu fünf Zehntel aufzeichnete. Demnach zerfällt die Januar-Temperatur Transdanubiens in drei Gruppen. Eine kleine Gruppe fällt in der Umgebung von Balaton-Füred in die Gruppe — 1·1—1·5, der grösste Theil in die Gruppe — 1·6—2·0 und zwei kleinere, von einander fernabstehende Theile, in die Gruppe ober, beziehentlich über — 2·1° C. Demnach ist die Jännerkälte am stärksten in der südwestlichen Ecke Transdanubiens und in der Gegend von Kaposvár—Szálka, am mildesten in der Gegend von Balaton-Füred.

Nach den Juli-Isothermen der VIII. Karte fällt ein grosser nordwestlicher Theil Transdanubiens in die Gruppe 20·5—20·9° C., in die folgende Gruppe 21·0—21·4 der grösste Theil Transdanubiens, in die Gruppe 21·4—21·9 die Gegend am südwestlichen Theile des Balaton und nur die Gegend zwischen Kaposvár und Városhidvég in die Gruppe 22·0—22·4° C. Der Juli ist also in der vom Balaton nach Süden zu fallenden Hügelgegend am heissesten, und am mildesten im nordwestlichen Theile Transdanubiens. Den excessivsten Charakter besitzt die Gegend von Kaposvár mit der strengsten Januar-Kälte und der grössten Juli-Wärme, welches Verhalten auch den eigenthümlichen Luftdruckverhältnissen Kaposvárs vollkommen entspricht, denn die Eigenheit der Orte mit verhältnissmässig hohem Luftdruck ist eben eine Temperatur mit grösserer Winterkälte und höherer Sommerwärme.

Eigenthümlich ist es auch, wie sich den Temperaturverhältnissen dieser beiden Monate nach, der Balaton selber auftheilt. In der südwestlichen Hälfte desselben (in Keszthely) herrscht nämlich im Juli grössere Wärme und im Januar stärkere Kälte, als im nordöstlichen Theile (in Balaton-Füred). In Keszthely ist die Ursache der verhältnissmässig grösseren Abkühlung des Januars die Nähe der Station zur westlichen Grenze; die verhältnissmässig grössere Hitze des Juli ist dagegen auf die Einwirkung des Balaton zurückzuführen, denn — wie wir alsbald sehen werden — ist die wärmende Kraft des Balaton 7 am und 9 pm in diesem Monate viel grösser, als wie 2 pm die mildernde, abkühlende Einwirkung desselben.

Auf Karte IX zeigen die Isothermen die October-Temperatur. Transdanubien zerfällt diesbezüglich in vier Gruppen: in der westlichen Hälfte befindet sich die mittlere Temperatur zwischen 9·5—9·9° C (dazwischen ist die Umgebung von Zala-Egerszeg kleiner, 9·4 Grad), hierauf folgt der nördliche und östliche Theil Transdanubiens und die Gegend von Nagy-Kanizsa zwischen 10·0—10·4° C, sodann die Balaton-Gegend zwischen 10·5—10·9° C und der südöstliche Theil Transdanubiens zwischen 11·0—11·4° C.

Das Octoberbild ändert sich zum Theil im November, den die Karte X illustrirt. Die grössere nordwest-westliche Hälfte Transdanubiens befindet sich zwischen 3·5—3·9° C, der andere Theil zwischen 4·0—4·4° C (Szálka fällt in die Gruppe 3·5—3·9° C und nur die Balaton-Gegend zwischen 4·5—4·9° C. Der Gegensatz zwischen den October- und November-Isothermen veranschaulicht recht deutlich den Einfluss, welchen der im November noch immer nicht so stark wie seine Umgebung abgekühlte Balaton auf die Temperatur der Umgebung ausübt. Während

im October die vom See süd-südwestlich fallende Gegend in die um eine Einheit grössere Stufe fiel, gelangte sie im November in eine niedere Gruppe. Der Balaton besitzt also zu dieser Zeit den allergrössten Einfluss auf die Temperatur seiner Umgebung in dem Sinne, dass dies sogar an den Monatsmitteln gut ersichtlich wird, woraus wieder das folgt, dass die Einwirkung desselben nicht nur am stärksten fühlbar wird, sondern zu derselben Zeit auch am andauerndsten und am besten an die Zeit gebunden ist. Nehmen wir nämlich als ersten Fall, dass auch noch im Spätherbst, in der ersten Novemberhälfte, noch andauernd schönes Wetter ist und die Temperatur erst später rapider fällt, oder den zweiten, dass der Balaton schon in der zweiten Novemberhälfte zufriert; so besitzen wir doch in beiden Fällen eine Erklärung für den Einfluss des Balaton. Im ersteren Falle wirkt das noch nicht abgekühlte Wasser erwärmend, im letzteren übernimmt die bei dem Zufrieren frei wärmende Wärmemenge diese Rolle.

Obwohl uns auf diese Weise zweifelohne auch im Jahresgange der Temperatur der durch den Balaton auf seine Umgebung ausgeübte Einfluss ersichtlich sein muss, werden wir doch den eigentlichen, also starken, das ganze Jahr hindurch andauernden und am meisten charakteristischen Einfluss desselben bei Gelegenheit der Betrachtung der Temperaturverhältnisse in den einzelnen Beobachtungsstunden und damit im Zusammenhange bei der Tagesschwankung der Temperatur finden.

Hiebei nehme ich nur mehr die durch mich selbst berechneten Stationen in Betracht, denn über die übrigen Stationen sind im Jahrbuche für 1890 die Daten nur in durchschnittlichen Mitteln mitgetheilt. Die Tabelle fertige ich auf die Art an, dass die mittlere Monats-, Jahreszeit- und Jahres-Temperatur und nach diesen die entsprechenden Tagesschwankungen stationsweise neben einander Platz nehmen. Die Tagesschwankung berechne ich aus den Differenzen, welche sich aus den mittleren Temperaturen der Termine ergeben.

Ich muss schon eingestehen, die Uebersicht derartiger langwieriger Tabellen ist ein wenig schwerfällig und ermüdend. Doch wählte ich diese Art der Mittheilung eben deswegen, damit die Daten aller Stationen nebeneinander stehen und jede der Stationen mit der anderen leicht vergleichbar sei, einerlei nun, ob in Betreff der einzelnen Monate, Jahreszeiten oder der jährlichen Mittel. Wählt man sich übrigens behufs der Vergleichung gewisse Standpunkte, so wird die Uebersicht nicht schwer sein.

Betrachten wir jedoch zuvor, worin während Verlauf eines ganzen Jahres in den verschiedenen Tageszeiten der Einfluss eines Wassergebietes, wie der Balaton — eigentlich zu suchen ist?

Wir wissen, dass wir in der Temperaturperiode eines jeden Jahres mit dem Factor zu rechnen haben, dass der Balaton eine gewisse Zeit hindurch von einem Eispanzer bedeckt ist. Ob während dieser Zeit der Einfluss des Balatons auf die Temperatur seiner Umgebung unterbleibt oder nicht, wird sich allsobald herausstellen. So viel bleibt ein unbestreitbares, physikalisches Factum, dass ein jeder Körper beim Uebergange aus dem starren Agregationszustande in den flüssigen, während des Uebergangstadiums die aufgenommene Wärmemenge zum Schmelzen benützt und davon, solange der Schmelzprocess andauert, an seine Umgebung nichts übergibt. Einen wie grossen Einfluss ein grösseres zugefrorenes Wassergebiet in Folge dieses physikalischen Gesetzes auf die Temperatur der Gegend ausübt, zeigt das folgende Beispiel:

Tabelle 19. **Mittlere Temperatur der einzelnen Registrirstunden und die Tagesschwankung.**

Monate	Zala-Egerszeg				Pannonhalma				Nagy-Kanizsa			
	7 am	2 pm	9 pm	Tägliche Schwankung	7 am	2 pm	9 pm	Tägliche Schwankung	7 am	2 pm	9 pm	Tägliche Schwankung
Dezember	—2·5	0·7	1·8	3·2	—1·5	0·2	—0·7	1·7	—2·3	1·0	—1·3	3·3
Januar	—4·3	0·3	—3·1	4·6	—2·6	—0·5	—1·7	2·1	—3·9	0·2	—2 1	4·1
Februar	—3·2	2·9	—1·5	6·1	—1 7	1·8	0·0	3·5	—2·6	2·8	—0·7	5·3
März	0 8	8·4	2·5	7·6	1·6	6·4	3·8	4·8	1·4	8·9	3·9	7·5
April	6·7	14·7	8·5	8·0	7·4	13·3	9 7	5·9	7·6	14·4	9·1	6·8
Mai	12·7	19·0	13·1	6·3	12·3	17·8	13·6	5·5	12·6	18 7	13·3	6·1
Juni	16·8	23·1	16·5	6·6	16·4	22·4	17·5	6·0	16·9	23·0	16·4	6·6
Juli	18·6	25·1	19·4	6·5	18·2	24·9	19·6	6 7	19·4	25·5	19·3	6·2
August	17·0	24·4	18·2	7·4	17·2	23·6	19·1	6·4	17·8	24·2	18·5	6·4
September	12·0	20·2	13·1	8·2	13·5	19·4	15·5	6·9	12·4	19·9	13·7	7·5
Oktober	6·6	13·7	7·9	7·1	8·2	12·6	9·9	4·4	7·4	13·6	9·1	6·2
November	1·6	6·2	2·6	4·6	2·5	5·4	3·7	2·9	2·1	6·4	3·5	4·3
Winter	—3·3	1·3	—2·1	4·6	—1·9	0·5	—0·8	2·4	—2·9	1·3	—1·4	4·2
Frühling	6·7	14·0	8 0	7·3	7·1	12·5	9·0	5·4	7·2	14·0	8·8	6·8
Sommer	17·5	24·2	18·0	6·7	17·3	23·6	18·7	6·3	18·0	24·2	18·1	6·2
Herbst	6·7	13·3	7·9	6·6	8·1	12·5	9·7	4·4	7 3	13·3	8·8	6·0
Ganzes Jahr	6·9	13·2	7·9	6·3	7·6	12·2	9·2	4·7	7.4	13·2	8·5	5·8

Tabelle 19. **Mittlere Temperatur und tägliche Schwankung der einzelnen Registrirstunden.**

Monate	Keszthely				Balaton-Füred				Városhidvég			
	7 am	2 pm	9 pm	Tägl. Schwankung	7 am	2 pm.	9 pm.	Tägl. Schwankung	7 am	2 pm	9 pm	Tägl. Schwankung
Dezember	—1·2	1·1	—0·5	2·3	—1·4	1·2	—0·9	2·6	—1·5	1·5	—0·4	3·0
Januar	—3·0	0·1	—1·8	3·1	—2·6	0·9	—2·2	3·5	—3·5	0·3	—2·3	3·8
Februar	—1·7	2·6	0·0	4·3	—2·0	3·3	—0·4	5·3	—1·9	2·9	—0·5	4·8
März	2·3	8·3	4·6	6·0	2·9	8·3	4·0	5·4	2·2	8·6	3·7	6·4
April	8·4	14·7	10·4	6·3	7·9	15·3	9·6	7·4	6·8	14·5	8·7	7·7
Mai	13·0	19·0	14·3	6·0	12·1	19·9	13·1	7·8	14·2	19·6	14·0	5·6
Juni	17·3	23·2	18·1	5·9	16·0	23·1	17·1	7·1	17·7	23·6	17·0	6·6
Juli	19·2	25·7	20·1	6·5	18·2	26·1	19·2	7·9	19·8	26·4	19·5	6·9
August	18·1	24·8	19·6	6·7	17·2	25·3	18·4	8·1	18·3	25·6	18·2	7·4
September	13·9	20·3	15·6	6·4	13·4	20·7	14·9	7·3	13·3	20·7	14·1	7·4
Oktober	8·7	13·7	10·3	5·0	8·3	13·9	9·8	5·6	8·4	14·7	9·5	6·3
November	3·3	6·5	4·4	3·2	2·9	6·8	4·2	3·9	2·6	7·3	3·7	4·7
Winter	—2·0	1·3	—0·8	3·3	—2·0	1·8	—1·2	3·8	—2·3	1·6	—1·1	3·9
Frühling	7·9	14·0	9·8	6·1	7·6	14·8	8·9	7·2	7·7	14·2	8·8	6·5
Sommer	18·2	24·6	19·3	6·4	17·1	24·8	18·2	7·7	18·6	25·2	18·2	7·0
Herbst	8·6	13·5	10·1	4·9	8·2	13·8	9·6	5·6	8·1	14·2	9·1	6·1
Ganzes Jahr	8·2	13·3	9·6	5·1	7·7	13·7	9·0	6·0	8·0	13·8	8·8	5·8

Tabelle 19. Mittlere Temperatur und tägliche Schwankung der einzelnen Registrirstunden.

Monate	Kaposvár				Pécs				Szálka			
	7 am	2 pm	9 pm	Tägl. Schwankung	7 am	2 pm	9 pm	Tägl. Schwankung	7 am	2 pm	9 pm	Tägl. Schwankung
Dezember	—1·6	2·0	—0·2	3·6	—1·4	1·9	—0·3	3·3	—1·9	1·7	—0·6	3·6
Januar	—3·9	—0·2	—2·5	3·7	—3·4	0·5	—2·4	3·9	—4·6	—0·2	—3·3	4·4
Februar	—2·3	3·2	—0·3	5·5	—1·9	3·4	—0·5	5·3	—3·0	2·8	—1·1	5·8
März	1·4	8·5	3·5	7·1	2·4	8·6	3·8	6·2	1·0	8·2	2·7	7·2
April	8·8	15·2	9·0	6·4	8·8	15·0	9·6	6·2	7·4	14·6	8·9	7·2
Mai	13·4	20·1	13·6	6·7	13·4	19·5	13·4	6·1	12·8	20·0	12·6	7·4
Juni	18·6	23·5	18·1	5·4	17·9	23·3	17·0	6·3	17·5	23·9	16·3	7·6
Juli	20·2	26·3	20·1	6·2	19·5	25·8	19·0	6·8	18·5	26·4	18·0	8·4
August	18·1	26·1	19·1	8·0	18·8	25·0	18·4	6.6	17·0	25·6	17·3	8·6
September	13·5	21·6	15·1	8·1	14·6	20·8	14·8	6·2	12·8	21·1	13·6	8·3
Oktober	8·3	15·0	10·2	6·7	8·7	14·5	9·7	5·8	7·5	14·6	9·2	7·1
November	2·2	7·1	3·8	4·9	2·4	6·7	3·5	4·3	1·5	6·7	3·2	5·2
Winter	—2·6	1·7	—1·0	4·3	—2·2	1·9	—1·1	4·1	—3·2	1·4	—1·7	4·6
Frühling	7·9	14·6	8·7	6·7	8·2	14·4	8·9	6·2	7·1	14·3	8·1	7·2
Sommer	19·0	25·3	19·1	6·3	18·7	24·7	18·1	6·6	17·7	25·3	17·2	8·1
Herbst	8·0	14·6	9·7	6·6	8·6	14·0	9·3	5·4	7·3	14·1	8·7	6·8
Ganzes Jahr	8·1	14·0	9·1	5·9	8·3	13·8	8·8	5·5	7·2	13·8	8·1	6·6

Nördl. Breite 67—68° [1]

	Winter	Mai	Juni	Juli
Werchojansk	—48·4	—0·4	12·0	15·4° C
Westliche Küste von Grönland	—14·3	—0·2	3·8	6·1° C

Dieses Beispiel führt uns zwei unter gleicher geogr. Breite befindliche Orte der Erde vor, von denen der eine, Werchojansk (in Sibirien), vom Meere entfernter der zweite aber an einem Meere liegt, welches in jedem Winter zufriert und das Aufthauen desselben in den wärmeren Monaten lange, beziehentlich andauernd währt. In wie starkem Maasse die Temperatur des letzteren Ortes der auf das Aufthauen verwendeten grösseren Wärmemenge und daher der abkühlenden Wirkung des Meeres wegen, hinter der Temperatur von Werchojansk zurückbleibt, zeigen die mitgetheilten Zahlen genug auffällig.

Beim Balaton, wo das Schmelzen des Eises sogleich mit dem Steigen der Temperatur beginnt, sodann verhältnissmässig kurze Zeit andauert und auch von Jahr zu Jahr nicht an eine und dieselbe Zeit gebunden ist, müsste die durch das Schmelzen verursachte Wirkung — während der Zeit des Aufthauens — am natürlichsten von Jahr zu Jahr studiert werden. Dass sich derartig zweifelohne eine Einwirkung constatiren liesse, bringt bei einem solch' grossen Wasserspiegel schon das oben erwähnte physikalische Gesetz mit sich. Uns interessirt übrigens dieser unbezweifelbare Einzeleinfluss viel weniger als die Frage: ob sich dieser Einfluss auch in grösseren Einheiten constatiren lässt. Aus diesem Gesichtspunkte werden wir die Einwirkung des Balaton bei der Behandlung der Pentaden in Einheiten von je fünf Tagen betrachten. Jetzt will ich zur Erklärung der obigen Tabelle nur so viel demonstriren, und zwar einstweilen nur theoretisch, ob der Balaton in Folge seiner specifischen Verhältnisse im zugefrorenen Zustande auf die Temperatur der Gegend einen Einfluss ausüben kann und erst dann diese Einwirkung auch aus der obigen Tabelle beweisen.

Nehmen wir den Januar als einen solchen Monat an, in dem der Balaton am öftesten zugefroren ist. Es sind in diesem Falle drei, beziehentlich, wenn man auch noch mit anderen Orten Vergleiche anstellen will, vier Fälle möglich: 1. Der Balaton wird von einem Eispanzer bedeckt und den ganzen Januar hindurch ist die Temperatur derart niedrig, dass von einem Aufthauen keine Rede sein kann; 2. der Balaton ist zugefroren, aber der Temperaturgang des Januars ist ein derartiger — wie es in Wirklichkeit zumeist vorkommt, — dass er während des Tages mehr oder weniger aufthaut, des Nachts aber wieder zufriert; 3. der See ist nicht zugefroren oder derselbe wird höchstens einige Tage durch eine dünne Eisrinde bedeckt, die jedoch auch alsbald verschwindet, und 4. der zugefrorene See und das Gebiet desselben, wie auch die damit zu vergleichenden Stellen werden von einer dicken Schneehülle bedeckt.

Im ersten Falle ist die Wirkung natürlich ausgeschlossen. Dieselbe hört jedoch auch im dritten Falle auf, weil die Temperatur des Wassers dann schon so weit herabgesunken ist, dass sie um 7 am. und 9 am. wärmend, jedoch nicht so weit, dass sie um 2 pm. auf die ohnedies niedrige Temperatur in dem Maasse abkühlend wirken könnten, dass dies aus dem Monatsmittel jedwelcher Registrir-Uhr ersichtlich werden

[1] Woeikof: Die Klimate der Erde, I. 61.

würde. Diese zwei Fälle, denen noch die vierte Möglichkeit hinzugerechnet werden muss, bedeuten einen Zustand, in welchem der Einfluss des Balaton gänzlich ausgeschlossen oder auf das Minimum reducirt ist und wir die Station der Balatonküste vollständig in ihrer den Localumständen entsprechenden Temperatur auffinden. Die vierte Möglichkeit muss hier deswegen in Betracht genommen werden, da, wenn auch die zu vergleichende Station durch eine grosse Schneedecke bedeckt ist, das Verhältniss zwischen denselben ein gleichförmiges sein wird Endlich wäre der zweite Fall, der in Wirklichkeit am öftesten vorkommt und als der Zustand anzusehen ist, bei welchem der See einen Einfluss auf die Gegend ausübt. Die Temperatur steigt im Januar während des Tages mehr als einmal hoch genug, um mit der Eisdecke den Kampf aufzunehmen. Das Wetter scheint an solchen Tagen mit dem Eise des Sees gleichsam zu spielen. Bei Tage frisst es dasselbe auf, um es Nachts wieder erstarren zu lassen. In diesem Falle wird nun die auf die Oberfläche des Sees fallende Wärmemenge blos auf das Aufthauen verwendet und daher repräsentirt die Oberfläche des Sees ein grosses, verhältnissmässig stark kaltes Gebiet, das seinen kalten Hauch nach allen Richtungen der benachbarten Gegenden bläst. Wird die Luft des Sees dann noch durch eine herrschende Windrichtung in eine bestimmte Richtung getrieben (wie z. B. in Keszthely durch den eben im Januar häufigsten SE), so muss dieselbe die Temperatur jedenfalls stark herabmindern und wenn dies oft geschieht, muss dies auch an dem Monatsmittel der Registrir-Uhr ersichtlich werden. Dies wäre im aufgestellten dritten Falle des Tages, also 2 pm., das Verhältniss. Abends, 9 pm., wird die Einwirkung schon aufhören, denn Nachmittags sinkt die Temperatur und nach Sonnenuntergang kühlt die Erde schnell ab und überzieht sich der Seespiegel wieder mit einer leichten Eiskruste. Morgens 7 am. ist der abkühlende Einfluss aus eben diesem Grunde ausgeschlossen, zu dieser Zeit hebt jedoch die bei dem Zugefrieren frei gewordene Wärme die Temperatur in zwei Terminen in dem Maasse, je nachdem es schon des Abends oder besser gegen den Morgen zu zu frieren beginnt, bald in der einen, bald in der anderen Registrir-Stunde stärker.

Um zu zeigen, dass diese theoretisch construirten und gelösten Fragen am Balaton wirklich obwalten, z. B. des Näheren auch in Keszthely, will ich aus einigen Jahren vergleichsweise ein-zwei Beispiele aus Pécs anführen, dessen Temperaturverhältnisse mit denen von Keszthely beinahe vollkommen übereinstimmen, z. B.

Temperatur Januar 1876.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—6·0	—2·9	—4·4	—4·4
Keszthely:	—6·5	—4·0	—5·4	—5·3

Temperatur Januar 1878.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—3·7	—1·1	—3·1	—2·6
Keszthely:	—4·1	—1·8	—3·0	—3·0

Temperatur Januar 1880.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—4·7	—0·7	—3·4	—2·9
Keszthely:	—5·1	—1·5	—3·6	—3·4

Der Balaton war in allen drei Jahren zugefroren und im ersteren Falle war es im ganzen Januar, in den zwei anderen im grössten Theile des Januar so kalt, dass vom Aufthauen gar keine Rede sein konnte. Die Möglichkeit der Einwirkung war im grössten Theile des Monats ausgeschlossen und eben darum wird auch die Abkühlung am Monatsmittel von 2 pm, obwohl dasselbe zu dieser Zeit etwas grösser ist als die Differenz zwischen der Temperatur der beiden Stationen als um 7 am und 9 pm, doch nicht in leicht in die Augen fallender Form ersichtlich.

Temperatur Januar 1877.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	2·4	4·8	3·1	3·4
Keszthely:	1·9	4·6	2·9	3·1

Im Monate Januar dieses Jahres sank die Temperatur nur in den beiden letzten Pentaden unter 0° C und der See war bis dahin nicht zugefroren. Es ist dies ein Beispiel für den dritten Fall, obwohl dazumal der See 2 pm und 9 pm noch ein bischen mildernd einwirkte, jedoch kaum in Rechnung kommend.

Betrachten wir nun für den häufigsten, den zweiten Fall solche Beispiele, wo die Einwirkung wirklich augenfällig ist.

Temperatur Januar 1885.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—3·7	1·4	—2·2	—1·5
Keszthely:	—2·3	0·5	—1·0	—0·9

Temperatur Januar 1888.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—5·9	—0·9	—4·9	—3·9
Keszthely:	—4·7	—2·1	—3·5	—3·4

Temperatur Januar 1889.

	7 am	2 pm	9 pm	M
Pécs:	—4·9	0·0	—4·2	—3·0
Keszthely:	—3·8	—0·6	—2·7	—2·7

In allen drei Fällen ist 7 am und 2 pm die Temperatur Keszthelys um einen Grad höher als die von Pécs, um 2 pm jedoch in zwei Fällen um mehr als einen Grad und in einem Falle um 0·6° C niedriger als in Pécs.

Betrachten wir nun weiter, worin sich in den anderen Jahreszeiten in den einzelnen Registrirstunden die Einwirkung des Sees offenbart.

Während die Temperatur der Oberfläche des Sees bis zum vollkommenen Aufthauen des Eises auf 0° steht, beginnt dasselbe sich unter dem Einflusse der grösseren Wärme nach dem Aufthauen sogleich zu erwärmen. Bei der Erwärmung desselben müssen wir von nun an ständig zwei Perioden unterscheiden: eine Tagesperiode, die ihr Maximum in den Nachmittagsstunden erreicht und eine Jahresperiode, die ein-zwei Tage nach dem continentalen Maximum an ihr Maximum gelangt. Vom März angefangen nun, solange das Wasser des Sees den ganzen Tag hindurch nichtwärmer wird als seine Umgebung, müssen wir für die einzelnen Termine die folgende Einwirkung erwarten: 7 am und 2 pm in Folge der schnellen Durch-

wärmung des Trockenlandes muss die kleinere Temperatur des Sees abkühlend wirken, während um 9 pm das unter Tags mehr-weniger erwärmte Wasser sich nicht so schnell abkühlte und auf diese Art wärmend einwirken wird. Im Frühjahr und Sommer muss diese Einwirkung der Theorie nach jedenfalls vorhanden sein. Eben dieselbe Einwirkung verbleibt jedoch auch im September und October, da die tagtägliche Erwärmung des Trockenlandes die Temperatur des Sees 7 am und 2 pm noch immer übertrifft. Im October jedoch wird es besonders zu Ende dieses Monates schon einzelne Fälle geben, wo das das ganze Jahr hindurch stark durchwärmte und im Gegentheil zum trockenen Lande noch wenig zurückgegangene Wasser des Sees wenigstens um 7 am die Temperatur der Umgebung überragen und derartig auch erwärmend einwirken wird.

Dieser letztere Fall muss sodann im November, oder im Falle eines andauernden, langen Herbstes auch im December solange erfolgen, bis der See zufriert. Nur wird es um diese Zeit im übrigens stark bewölkten November oder unter gewissen Verhältnissen sogar im December solche Tage geben, wo die Temperatur des Wassers sogar um 2 pm höher als die Temperatur der Umgebung ist und daher in einigen Fällen auch da noch wärmend einwirkt.

Bevor wir die Resultate dieser theoretischen Erörterungen auch in den Monatsmitteln der Registrirstunden aufzufinden versuchen, erwerben wir uns zuerst auf Grund der obigen Zusammenstellung der Tagesperioden ein allgemeines Bild der täglichen Temperaturveränderungen von Transdanubien, damit wir uns späterhin über die durch den Einfluss des Balaton entstandenen eigenthümlichen Verhältnisse der Stationen um den Balaton im Klaren befinden.

Gleiten wir über die Columnen 7 am und 9 am der Tabelle stationenweise vergleichend dahin, so fällt uns sogleich auf, dass, mit Ausnahme von Pannonhalma, vom Mai angefangen die Differenz zwischen den mittleren Temperaturen der beiden Registrir-Uhren sich fortwährend vermehrt und schon im Juni, an manchen Orten auch im Juli und August die Temperatur 7 am etwas höher ist als 9 pm. Im Winter, Frühjahr und Herbst ist 9 pm andauernd höher als 7 am.

Dieser Charakterzug, der in der starken Durchwärmung an den Sommermorgen und der starken Abkühlung am Abend seine Erklärung findet, erhält sich auch in dem vom Balaton entfernter fallenden Városhidvég, fehlt jedoch an dem am Balatonufer befindlichen Balaton-Füred und Keszthely.

Zur Erklärung dieses Umstandes findet sich keinerlei andere Ursache, nachdem der Balaton 7 am abkühlend, 9 pm jedoch erwärmend auf die Umgebung einwirkt. Um zu sehen, dass dem in Wirklichkeit so ist, vergleichen wir in den Registrirstunden die Temperaturverhältnisse der beinahe dasselbe durchschnittliche Mittel besitzende Stationen Keszthely und Pécs mit einander. Der leichteren Uebersicht wegen werde ich mich dieser Arbeit selber unterziehen und stelle ich das Resultat in der folgenden kleinen Tabelle zusammen, derart, dass die Zahlen mit dem +-Zeichen oder ohne dasselbe zeigen, um wie vieles grösser die mit dem —-Zeichen versehenen sind, um wie vieles kleiner die Temperatur von Keszthely den Mitteln der Registrir-Uhren als die von Pécs sind.

	Dec.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
7 am.	0·2	0·4	0·2	—0·1	—0·4	—0·4	—0·6	—0·3	—0·7	—0·7	0·0	0·9
2 pm.	—0·8	—0·4	—0·7	—0·3	—0·3	—0·5	—0·1	—0·1	—0·2	—0·5	—0·8	—0·2
9 pm.	—0·2	0·6	0·5	0·8	0·8	0·9	1·1	1·1	1·2	0·8	0·6	0·9

	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst	Im ganz. Jahr
7 am.	0·2	—0·3	—0·5	0·0	—0·1
2 pm.	—0·6	—0·4	—0·1	—0·5	- 0.5
9 pm.	0·3	0·9	1·2	0·8	0·8

Diese Zusammenstellung bringt uns am augenfälligsten vor Augen, auf welche Art der Balaton am andauerndsten, stärksten und am meisten charakteristisch auf seine unmittelbare Umgebung einwirkt. Vergleicht man nun diese Zusammenstellung mit alldem, was wir im Vorigen über die möglichen Einwirkungen des Balaton theoretisch folgerten, so finden wir keine einzige Zahl, die der theoretischen Folgerung widersprechen würde, im Gegentheil, dieselben werden durch jede einzelne Zahl nur bestärkt. Die Beweiskraft dieser Zahlen wird auch durch den Umstand stark vergrössert, dass dieselben nicht die Differenzen der Mitteln einiger Jahre, sondern die von 20 Jahren vor Augen führen.

Dieser Umstand ist ein starker Beweis des dauernden Einflusses, der daher jahresweise, beziehentlich monatweise der folgende ist: im Winter um 9 pm, abkühlend; 7 am und 9 am erwärmend; im Frühjahr, Sommer und Herbst 7 am und 2 pm abkühlend, 9 pm erwärmend. Im November ist auch 7 am erwärmend und im December auch 9 pm von abkühlender Wirkung. Alles summirend finden wir, dass im Verlaufe des ganzen Jahres 7 am, die abkühlende Wirkung etwas grösser, 9 pm die erwärmende Einwirkung um ein Beträchtliches grösser und 2 pm die Einwirkung ausschliesslich abkühlend ist. Die erwärmende Einwirkung ist um 0·2° C grösser als die abkühlende Wirkung.

Obige Zusammenstellung zeigt, dass das Aufthauen des Eises im Februar am stärksten und andauerndsten ist, welcher Umstand denn auch den Thatsachen entspricht.

Die Temperaturverhältnisse von Keszthely und Pécs habe ich eben dieser ihrer charakteristischen Eigenschaften wegen in den Fig. 52—54 nach den einzelnen Registrirstunden auch in Zeichnungen angeführt, die uns die oben berührten Verhältnisse recht schön vor Augen führen.

Jedoch nicht nur die Temperaturverhältnisse von Keszthely bestärken den durch mich bezeichneten Einfluss des Balatons, sondern auch die von Balaton-Füred. Für Balaton-Füred ist die durchschnittliche Jahrestemperatur um 0·3° C. kleiner als die von Pécs, und mit Pécs in Vergleichung gestellt, findet sich dennoch, dass z. B. 9 pm. die Temperatur vom Juni bis zum November in Balaton-Füred dennoch immer kleiner, als die von Pécs ist. Desgleichen finden wir die besehriebenen Verhältnisse auch für die Wintermonate und für jede einzelne Registrirstunde. Die überaus charakteristischen Temperaturverhältnisse von Balaton-Füred zeugen desto stärker für den Einfluss des Balatons, da im durchschnittlichen Jahresmittel die Temperatur der Station in Wirklichkeit um 0·3° C. kleiner ist, als die von Pécs, und hier die in Keszthely von der Seeseite her kommende Windrichtung nicht vorhanden ist.

Dass sich jedoch dieser Einfluss des Balaton nur auf nahe Gegenden erstreckt zeigen uns die Temperaturverhältnisse von Városhidvég, wo sich die Spuren dieses Einflusses nur in einzelnen Fällen auffinden lassen, jedoch keineswegs mehr so gross sind, dass auch neben den zwar häufigen W-Winden dies an den mit den Verhältnissen der übrigen Stationen übereinstimmenden Tagestemperaturen etwas ändern könnte.

Von den Stationen wählte ich deshalb Pécs zur Vergleichung, da in den durchschnittlichen Jahresmitteln eben diese Station am besten mit der Temperatur der am Balaton befindlichen Stationen übereinstimmt. Wenn also auch diesen gegenüber die Einwirkung derart stark in die Augen fällt, wird derselbe, mit den anderen Stationen verglichen, dennoch ein noch stärkerer sein. Und dem ist auch in Wirklichkeit so, mit Ausnahme der einen Station Pannonhalma, die mit ihrer eigenthümlichen Tagesvertheilung mit den Temperaturverhältnissen der neben dem Balaton liegenden Stationen übereinstimmt. Dieses Verhalten von Pannonhalma eingehender zu begründen, wäre viel zu langwierig und auch überflüssig, denn die



Fig. 52. Die Temperatur Keszthely's und Pécs's (punkt. Linie) 7 am.

Erwähnung zweier Umstände werden all das Angeführte ganz klar und durchsichtig machen. Pannonhalma liegt auf einem, auch für die Gegend verglichen, relativ hohen Hügel und das dortige Thermometer in einem von allen Seiten mit Mauern umgebenen, also nur nach oben zu offenen Hofe $6^1/_2$ Meter hoch von der Erde angebracht.

Noch eine Frage bleibt zu lösen übrig, nämlich die der täglichen Schwankung.

Die oben abgeleiteten Resultate enthalten schon an und für sich die Folgerung, dass die Tagesschwankung der am Balaton gelegenen Stationen im Winter und im November im Verhältnisse zu den Tagesschwankungen der anderen Stationen verhältnissmässig klein sein muss, da ja der Balaton im Winter 9 am.

die grosse Kälte mildert, um 2 pm. jedoch die grösste Temperaturerhebung mildert; im November verhindert er jedoch um 7 am. die im Vergleiche zu 2 pm. starke Abkühlung, beziehentlich hebt die Temperatur. In den anderen Monaten wird dies jedoch verschwinden, beziehentlich wird die Tagesschwankung noch durch den Umstand vergrössert werden, dass der Balaton die Temperatur sowohl um 7 am., wie auch um 2 pm. vermindert und diese Einwirkung z. B. vom Juni bis September um 7 am. grösser ist als um 2 pm.

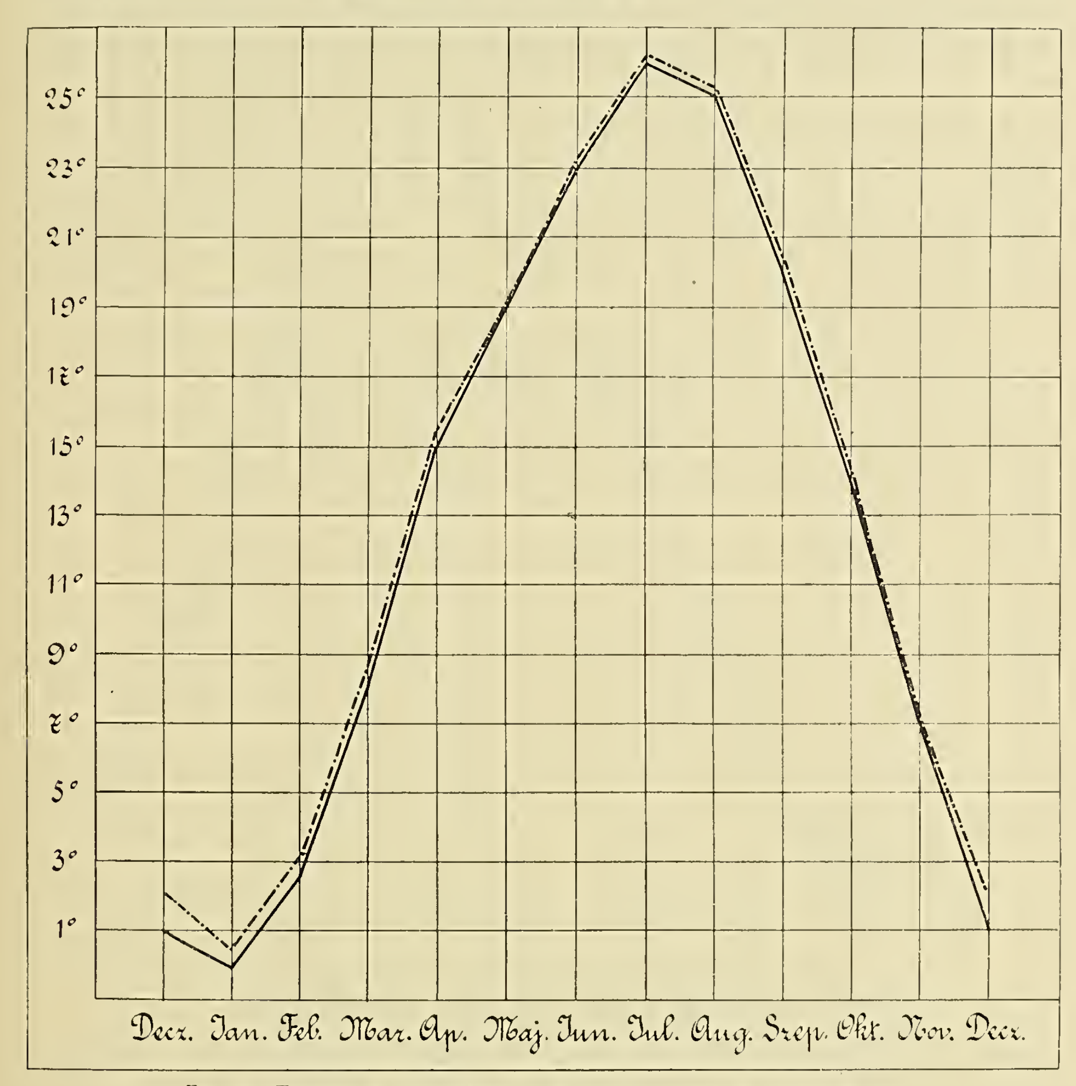


Fig. 53. Temperatur Keszthelys und Pécs' (punktirte Linie) 2 pm.

Ueberhaupt gilt für die gesammten Stationen die Regel, dass die Tagesschwankung im Frühjahr am grössten und im Winter am kleinsten ist. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden mit den grössten sommerlichen Schwankungen in Folge des oben berührten Grundes nur die knapp am Balaton gelegenen Stationen und das excessive Szálka, ferner Pécs und Pannonhalma (gleichfalls aus dem schon berührten Grunde). Die Jahresschwankungen wachsen in folgender Reihenfolge der Stationen an: Pannonhalma, Keszthely, Pécs, Városhidvég, Nagy-Kanizsa, Kaposvár, Balaton-Füred, Zala-Egerszeg und Szálka. Die kleinste beträgt 4·7, die grösste 6·6.

Noch etwas bezüglich der Jahreszeitmitteln der einzelnen Registrirstunden. Bei der Besprechung der durchschnittlichen Jahres- und Monatsmittel sahen wir, dass die Frühjahrs- und Herbsttemperatur, mit einander verglichen, Transdanubien in zwei Theile theilt: in einem Theile der südwestlichen Hälfte Transdanubiens ist die Frühjahrstemperatur grösser als die Herbsttemperatur, im anderen, grösseren Theile hingegen die Herbsttemperatur grösser als die Frühlingstemperatur. Betrachten wir nun, welche Differenz sich bezüglich der zwei Jahreszeiten aus den in obiger Tabelle mitgetheilten Mitteln der einzelnen Registrirstunden herausfinden lässt. Ich will diese Differenz wiederum in einer kleinen tabellarischen Uebersicht geben, derart,

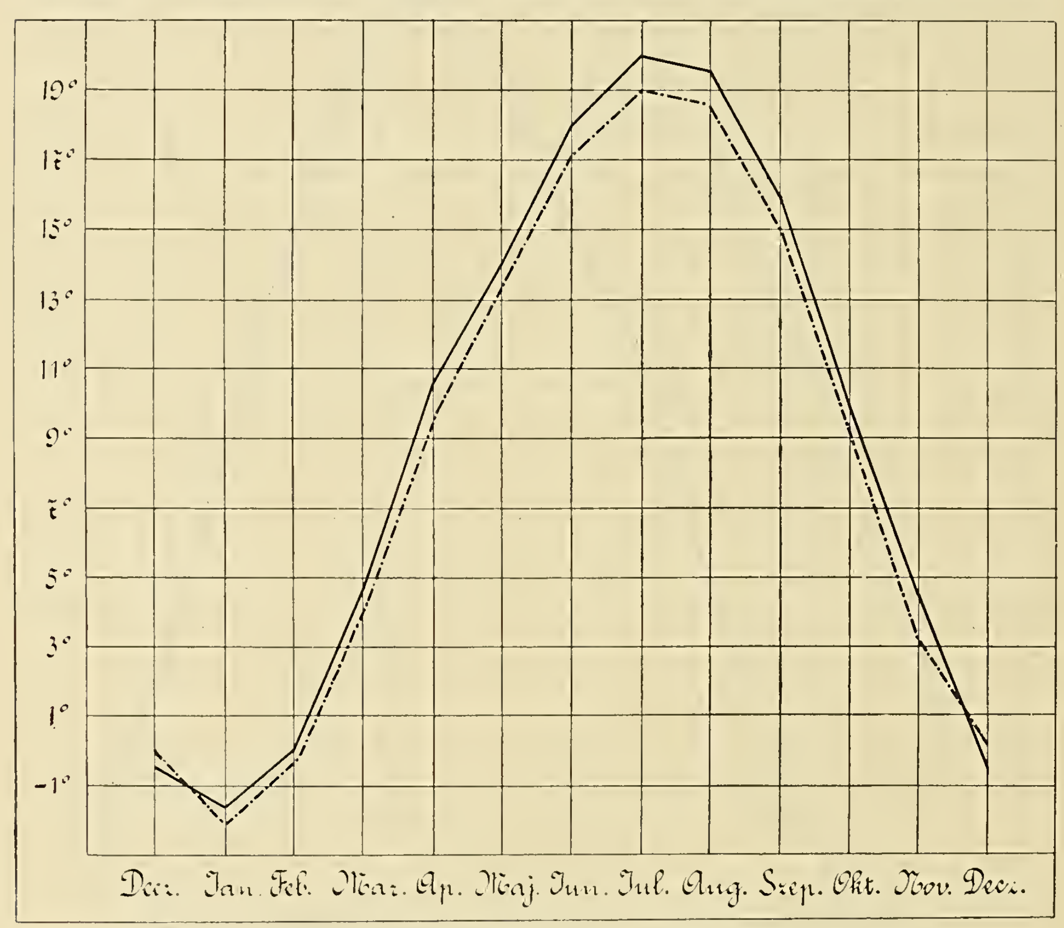


Fig. 54. Temperatur von Keszthely und Pécs (punktirte Linie) 9 pm.

dass die mit dem +-Zeichen versehenen, respective zeichenlosen Zahlen angeben, um wie viel die Temperatur kleiner als im Herbst, die mit dem — -Zeichen versehenen hingegen, um wie viel die Temperatur im Herbst kleiner als im Frühling ist.

	Pannonhalma	Kaposvár	Városhidv.	Keszth.	B.-Füred	Pécs	Szálka	N.-Kanizsa	Z.-Egersz.
7 am.	1·0	0·1	0·4	0·7	0·6	0·4	0·2	0·1	0·0
2 pm.	0·0	0·0	0·0	—0·5	—1·0	—0·4	—0·2	—0·7	—0·7
9 pm.	0·7	1·0	0·3	0·3	0·7	0·4	0·6	0·0	—0·1

In dieser Tabelle sehen wir drei Typen: in der ersten ist die Herbsttemperatur immer grösser als die Frühlingstemperatur oder gleich derselben; hieher gehören Pannonhalma, Kaposvár und Városhidvég; in der zweiten ist die Temparatur im

Herbst 7 am. und 9 pm. grösser, 2 pm. kleiner als im Frühling. Hieher gehören Keszthely, Balaton-Füred, Pécs und Szálka; in der dritten ist die Herbsttemperatur immer niedriger als die Frühlingstemperatur oder beide sind gleich; hieher gehören Zala-Egerszeg und hieher kann auch Nagy-Kanizsa gerechnet werden. Gleitet man die horizontalen Reihen entlang, so ist ersichtlich, dass 7 am. und 9 am. in jeder Reihe (mit Ausnahme 9 pm. in Zala-Egerszeg) grösser ist; für 2 pm. die Herbsttemperatur in jeder Station grösser als die Frühlingstemperatur oder damit gleich ist. Betrachtet man Zala-Egerszeg und Nagy-Kanizsa auch allein für sich, so wird ersichtlich, dass die durchschnittlich kleinere Herbsttemperatur durch das Kleiner sein der 2 pm.-Temperatur verursacht wird.

Im Folgenden zeigt sich in den Jahresextremen und den Schwankungen ein neuer Zug der Temperaturverhältnisse. Ich behandle zuerst die mittleren Extreme und Schwankungen in ihrem Jahreszeit- und Jahreswerthe (Tabelle 20), sodann dieselben monatsweise (Tabelle 21 auf Pag. 70 u. 71), hierauf aber in gleicher Reihenfolge die absoluten Extreme und Schwankungen. (Siehe Tabellen 22 u. 23 auf Pag. 73—75.) Zala-Egerszeg lasse ich hiebei aus, denn meine Temperatur-

Tabelle 20. **Mittlere Extreme und Schwankungen der Temperatur.**

Jahreszeiten Jahr	Pannonhalma 1874—1890.			Keszthely 1874—1893.			Balaton-Füred 1886—1894.			Városhidvég 1881—1894.		
	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
Winter	8·0	−9·7	17·7	8·2	−9·3	17·5	8·6	−10·8	19 4	8·6	−12·6	21·2
Frühling . . .	21·1	−0·5	21·6	22·1	1·4	20·7	23·4	−0·4	23·8	23·1	−0·3	23·4
Sommer . . .	30·6	11·4	19·2	31·2	13·2	17·9	32·4	12·1	20·3	32·9	12·7	20·2
Herbst	20·5	0·7	19·8	21·6	2·2	19·4	23·1	0·7	22·4	22·1	1·1	21·0
Im ganzem Jahre	20.1	0·5	19·5	20 8	1·9	18·9	21·9	0·4	21·5	21·7	0·2	21·5

Jahreszeiten Jahr	Nagy-Kanizsa 1874—1884.			Kaposvár 1879—1891.			Pécs 1884—1893.			Szálka		
	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung	Mittlere Extreme		Mittlere Schwankung
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
Winter	9·1	−11·8	20·9	9·4	−13·3	22·7	10·9	−10·8	21·7	9·1	−14·5	23 6
Frühling . . .	22·3	−0·4	22·7	23·1	−0·9	24·0	23·2	0·2	23·0	23·7	−0·9	24·6
Sommer . . .	30·8	11 8	19·0	32·7	12·4	20·3	31·8	12·0	19·8	33·0	11·1	21·9
Herbst	20·5	0·0	20·5	23·1	−0·5	23·6	22·2	1·0	21·2	23·0	−1·8	24·8
Im ganzem Jahre	20·7	−0·1	20·8	22·1	−0·6	22·7	22·0	0· 6	21·4	22·2	−1·5	23·7

Aufzeichnungen über diese Station erstrecken sich nur auf eine geringe Anzahl von Jahren.

Für Balaton-Füred benütze ich hier nur die neuere Aufzeichnungsreihe.

Das Jahresmaximum der mittleren Extreme ist am kleinsten für Pannonhalma und Nagy-Kanizsa, sodann folgen die Stationen der Balatonküste und endlich Pécs, Kaposvár und Szálka. In den einzelnen Jahreszeiten ist das Wintermaximum in Pannonhalma und den Stationen am Balaton kleiner, wie an den südlich gelegenen Orten; die Sommermaxima folgen vom kleinsten angefangen in dieser Reihe: Pannonhalma, Nagy-Kanizsa, Keszthely, Pécs, Balaton-Füred, Kaposvár, Városhidvég und Szálka. Das Frühlingsmaximum ist überall grösser als das Herbstmaximum; nur für Kaposvár sind beide gleich.

Das Frühlingsmaximum der mittleren Extreme ist durchschnittlich für die Balaton-Stationen, ferner für Pécs und Pannonhalma am grössten; am kleinsten ist das von Szálka, hierauf folgen die von Kaposvár und Nagy-Kanizsa. In den einzelnen Jahreszeiten ist das Wintermaximum am grössten in Keszthely, Pannonhalma, sodann Balaton-Füred und Pécs, am niedrigsten ist das von Szálka und Kaposvár. Das Sommermaximum ist am grössten am Balaton-Littorale und in Kaposvár, am niedrigsten in Szálka und Pannonhalma. Das Herbstmaximum ist für alle Stationen höher als das Frühjahrsmaximum.

Die mittlere Schwankung ist im Jahreswerthe am kleinsten in Keszthely, sodann in Pannonhalma, Nagy-Kanizsa und Pécs; worauf Balaton-Füred, Városhidvég, endlich Kaposvár und Szálka folgen. Den einzelnen Jahreszeiten nach betrachtet, ist dieselbe in Keszthely, Balaton-Füred und Pannonhalma im Winter am kleinsten, andererorts im Frühling; im Sommer und Winter hingegen kleiner als im Herbst. Durch alle Jahreszeiten hindurch ist die Schwankung am kleinsten in Keszthely, am grössten in Szálka.

Hier taucht nun vom Neuen die Frage auf, ob der Einfluss des Balaton an den mittleren Extremen ersichtlich wird? Hier muss ich zuvor bemerken, dass zur Bildung der mittleren Extreme und Schwankungen für jedes Jahr von Monat zu Monat nur je eine Angabe hinzukommt und also auch eine verhältnissmässig lange Reihe von Aufzeichnungen nur eine ganz kurze Reihe diesbezüglich verwendbarer Daten lieferte. Ferner folgt, dass trotzdem sich die Einwirkung des Balaton von Monat zu Monat in den Monats-, respective Jahreszeit- und Jahresmitteln jeder einzelnen Registrirstunde recht leicht beweisen liess, von Jahr zu Jahr in einigen Fällen, z. B. bei entgegengesetztem Winde nicht auch ein excessiver Character — einerlei ob nach der +- oder —-Richtung hin — vorkommen könnte, d. h., dass die Einwirkung des Balaton nicht authören könnte. In diesem Sinne besitzen eben aus diesem Gesichtspunkte die mittleren Extreme eine viel geringere Wichtigkeit, als der mittlere Tagesgang und die Tagesschwankungen der Temperatur. In Balaton-Füred, wo die vom See her blasenden Winde selten sind und auch die Station vom See ein bischen entfernter steht, ist mit Ausnahme des Winters, aus der mittleren Jahresschwankung die Einwirkung des Sees eben nicht sehr ersichtlich. Vorzüglich ist selbe jedoch in Keszthely demonstrirbar. Vergleichen wir dieselbe mit welch immer anderen Station, einerlei ob nach den mittleren Extremen oder den mittleren Schwankungen, die Einwirkung wird sich immerdar kundgeben durch das niedrigere Maximum, das höhere Minimum und die kleinere Schwankung.

Zum Beispiel mit dem zu Keszthely am meisten ähnlichen Pécs verglichen erhalten wir folgendes Resultat:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Ganzes Jahr
Mittleres Maximum	—2·7	—1·1	—0·6	—0·6	—1·2
Mittleres Minimum	1·5	1·2	1·2	1·2	1·3
Mittlere Schwankungen . .	—4·2	- 2·3	—1·9	—1·8	—2·5

Es sind dies gewiss grosse Zahlen, die den Beweis einer sehr starken Einwirkung abgeben und unsere Begriffe über die Einwirkung des Balaton um eine neue Thatsache bereichern. Während nämlich die aus dem Tagesgange der Temperatur und der Tagesschwankung recht schön ersichtliche Einwirkung zeigte, dass das ganze Jahr hindurch Tag für Tag und für jede einzelne Registrirstunde die Einwirkung zumeist aufrecht besteht, beweist die aus den Jahreszeiten- und Jahresextremen ersichtliche starke Einwirkung, dass dieselbe in allen Monaten und für jeden *einzelnen Tag* vorhanden ist. Wohl wahr, dass diese Schlussfolgerung endgiltig nur nach Vorführung der monatlichen Extreme ausgesprochen werden darf, doch scheint hier die Einwirkung derartig stark zu sein, dass sich die Continuität derselben durch das ganze Jahr hindurch eigentlich voraussetzen lässt.

Die mittleren Extreme der Temperaturen bieten uns dasselbe Bild nur in mehr detaillirter Ausführung, als die, welche wir bei der Vertheilung nach Jahreszeiten zu beobachten die Gelegenheit hatten. Ich werde mich daher auch in keine überflüssige und langweilige Erklärung einlassen, und hebe an dieser Stelle nur so viel heraus, dass wir uns hier vom Neuen davon überzeugen können, dass Kaposvár und Szálka die Stationen mit excessivstem Charakter sind, während Keszthely, Pannonhalma und Pécs die geringeren Abweichungen zeigen.

Die mittlere Schwankung ist für Keszthely und Balaton-Füred aus leicht verständlichen Gründen am kleinsten im Januar, für Pannonhalma im Februar, für Városhidvég im December, für Kaposvár, Pécs und Szálka im Juni, für Nagy-Kanizsa im August; am grössten ist sie für alle Stationen im März.

In Keszthely ist, und zwar in jedem der einzelnen Monate, die Einwirkung des Balatons mit ihrer, die Extreme mildernden Kraft sowohl an den mittleren Extremen, wie auch an der mittleren Schwankung recht wohl wahrnehmbar, und zwar — sogar mit Pécs verglichen — in recht grossen Zahlen derart, dass die Schlussfolgerung, die ich bei der Verhandlung der mittleren Extreme und Schwankungen ableitete, in Wahrheit auf der Wirklichkeit beruht. In Balaton-Füred ist der mildernde Einfluss am besten im Winter zu ersehen.

Bevor ich an die Darstellung der absoluten Extreme und Schwankungen herangehe, muss ich vorausschicken, dass die Daten für Orte mit demselben Klima zur Vergleichung ganz ungeeignet sind, nachdem diese Daten Monat für Monat durch gleichwerthige, nur in absoluter Grösse verschiedenen Ziffern geliefert werden. Doch sind dieselben interessant, denn wir erfahren aus ihnen, innerhalb wie grosser Grenzen an einem gewissen Orte und für eine bestimmte Zeit die Temperatur eines Monats, einer Jahreszeit und eines Jahres schwankte.

Betrachten wir nur gleich, einerlei ob die Maxima oder die Minima der absoluten Extreme (Tabelle 22 auf Pag. 73), so finden sich die extremsten in Kaposvár und Szálka, die mindesten in Balaton-Füred (mit verhältnissmässig kleinem Minimum), Pannonhalma, Keszthely und Pécs. Zwischen Keszthely und Pécs (oder einer anderen Station) ist die Einwirkung des Balaton sogar an den absoluten Extremen wahr-

Tabelle 21. **Die mittleren Monats-Extreme und Schwankungen der Temperatur.**

Monate	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
December	8·6	—10·8	19·4	8·9	—8·9	17·8	10·0	—9·6	19·6	8·5	—10·8	19·8
Januar	7·5	—10·3	17·8	6·3	—10·8	17·1	6·7	—12·2	18·9	7·0	—14·5	21·5
Februar	7·9	— 8·0	15·9	9·5	—8·3	17·8	9·1	—10·7	19·8	10·3	—12·5	22·8
März	16·0	—7·2	23·2	17·8	— 5·1	22·9	18·3	—8·1	26·4	18·2	—7·9	26·1
April	21·2	0·7	20·5	21·4	2·6	18·8	23·2	1·0	22·2	22·4	0·0	22·4
Mai	26·1	4·9	21·2	27·0	6·7	20·3	28·8	5·8	23·0	28·8	7·1	21·7
Juni	29·1	10·6	18·5	29·9	12·0	17·9	30·5	11·0	19·5	31·5	11·5	20·0
Juli	31·9	12·5	19·4	32·6	14·4	18·2	33·5	13·3	26·2	34·2	13·7	20·5
August	30·9	11·2	19·7	31·1	13·2	17·9	33·3	12·0	21·3	33·1	12·8	20·3
September	27·3	6·8	20·5	27·7	7·9	19·8	29·1	7·2	21·9	27·7	7·5	20·2
Oktober	20·7	1·0	19·7	21·8	2·1	19·7	23·7	0·6	23·1	22·4	0·7	21·7
November	13·4	—5·7	19·1	15·4	—3·3	18·7	16·6	—5·6	22·2	16·1	—5·0	21·1

Tabelle 21. Die mittleren Monats-Extreme und Schwankungen der Temperatur.

Monate	Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Pécs			Szálka		
	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.	Mittlere Extreme		Mittlere Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
December	10·3	—11·7	20·0	10·3	—13·3	23·6	11·2	—11·0	22·2	9·3	—15·3	24·6
Januar	7·8	—13·4	21·2	7·3	—14·2	21.5	9·9	11·8	21·7	8 0	—15·3	23·3
Februar	11·2	—10 4	21·6	10·5	—12.5	23·0	11·6	—9·6	21·2	10·0	—13·0	23·0
März	17·8	—6·8	24·6	18·8	—9 2	28·0	19·2	—6·5	25·7	19·1	—8·8	27·9
April	22·0	0·8	21·2	22·6	1·0	21·6	22·9	1·5	21·4	22·7	0·0	22·7
Mai	27·1	4·7	22·4	28·8	5·6	23·2	27·5	5·5	22·5	29·2	6·0	23·2
Juni	30·0	10·6	19·4	31·1	11·4	19·7	30·1	10·8	19·3	30·7	10·9	19·8
Juli	32·4	12·8	19·6	34·5	13·6	20·9	33·0	13·1	19·9	35·0	12·4	22·6
August	30·1	11·9	18·2	32·4	12·2	20·2	32·2	12·2	20.0	33·2	10·9	22·3
September	26·4	5·8	20·6	29·4	5·3	24·1	28·5	7·6	20·9	29·1	4·6	24·5
Oktober	20·6	—0·2	20·8	23·1	0·0	23·1	22·6	0·5	22·1	23·3	—1·9	24·2
November	14·4	—5·7	20·1	16·7	—6·7	23·4	15·6	—5·0	20·6	16·7	—8·0	24·7

nehmbar, und zwar an den kleineren Maxima und im Sommer und Herbst an den höheren Minima, nicht wahrnehmbar ist derselbe an dem Winter- und Frühlings-Maxima.

Die absolute Schwankung ist überall im Frühling am grössten, nur für Pécs und Pannonhalma im Herbst; bei den übrigen Stationen ist sie im Sommer unverhältnissmässig kleiner. Bezüglich der absoluten Jahresschwankungen folgen die einzelnen Stationen — von der kleinsten angefangen — in dieser Reihe aufeinander: Balaton-Füred, Nagy-Kanizsa, Pannonhalma, Pécs, Keszthely, Városhidvég, Kaposvár und Szálka.

Die monatliche Vertheilung der absoluten Extreme (Tabelle 23 auf Pag. 74 u. 75) zeigt ein überaus abwechslungsreiches Bild. Nicht einmal das absolute Maximum und Minimum ist ständig an ein und denselben Ort gebunden: um das Maximum ringen Juni, Juli und August, um das Minimum Januar, Februar und December. Einige Orte besitzen überraschend grosse Maxima, wie z. B. Kaposvár, besonders aber Szálka, wo gerade die Minima überaus excessiven Charakter aufweisen. Man wird nachgerade in Zweifel gesetzt, ob das Thermometer in einigen Fällen nicht dem directen Einflusse der Sonne ausgesetzt gewesen sein mag. Von April bis October sank das Thermometer nirgends unter 0^0 C., mit einziger Ausnahme von Kaposvár, das im Mai mit einem Minimum von $-2{\cdot}6^0$ C. fungirt.

Auch bei der absoluten Schwankung zeigt sich keine grosse Regelmässigkeit, blos so viel, dass die minimale Schwankung im Allgemeinen auf einen der Sommermonate fällt, die maximale hingegen gewöhnlich auf den März oder December.

Die Veränderlichkeit.

Unter Veränderlichkeit versteht man die aus den Differenzen der mittleren Temperaturen zweier aufeinanderfolgenden Tage gebildeten Monats-, beziehentlich Jahreszeiten oder Jahresmittel derart, dass man bei der aus der mittleren Temperatur zweier aufeinanderfolgenden Tage geleiteten Differenz die Vorzeichen ausser Acht lässt. Indem dieser, in sehr kurzer Zeit erfolgende Umschwung der Temperatur von sehr grosser Einwirkung auf das organische Leben ist, ist es auch wichtig, sich mit demselben zu beschäftigen.

Bezüglich der unten (Tabelle 24 auf Pag. 77) folgenden Veränderlichkeitsdaten muss ich vorherschicken, dass sie insgesammt auf die Jahre 1874—93 reducirt, und daher auch, im engsten Sinne des Wortes genommen, vergleichbar sind. Hier nahm ich auch Kalocsa in Betracht, um die Daten auch mit solchen aus dem Alföld vergleichen zu können.

Der Einfluss des Balaton muss hier auf jeden Fall zum Vorschein kommen, denn wenn derselbe von so grossem Einflusse auf die Tagesschwankung ist, muss er die Temperaturunterschiede zweier aufeinanderfolgenden Tage jedenfalls mildern, und da dieser Einfluss das ganze Jahr hindurch andauert, muss derselbe eine gleichmässige und verhältnissmässig kleine Veränderlichkeit zur Folge haben.

Die Veränderlichkeit ist im mittleren Jahresmittel am grössten in Pannonhalma, Kaposvár und Szálka, am kleinsten in den Littoralstationen und in Kalocsa.

Was die einzelnen Jahreszeiten anbetrifft, so fällt das Maximum der Veränderlichkeit bald auf den Winter, bald auf den Frühling, das Minimum immerdar auf den Herbst. Bezüglich Keszthely, ja mit den anderen Stationen verglichen, auch bezüglich Balaton-Füred, muss bemerkt werden, dass dieselben eine wahre

Tab. 22. **Absolute Extreme und Schwankungen der Temperatur.**

Jahreszeiten, Jahr	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
Winter	16·0	—20·8	36·8	16·8	—21·0	37·8	17·8	—17·2	35·0	16·2	—21·5	37·7
Frühling	29·8	—14·0	42·8	30·8	—13·2	44·0	32·2	—14·2	46·4	32·0	—15·0	47·0
Sommer	34·4	8·0	26·4	35·8	9·3	26·5	35·0	8·4	26·6	35·8	8·5	27·3
Herbst	31·2	—12·7	43·9	31·6	—8·6	40·2	33·6	—10·8	44·4	31·5	—11·9	43·4
Im ganzen Jahr	34·4	—20·8	55·2	35·8	—21·0	56·8	35·0	—17·2	52·2	35·8	—21·5	57·3
Jahreszeiten, Jahr	**Nagy-Kanizsa**			**Kaposvár**			**Pécs**			**Szálka**		
Winter	17·6	—20·5	38·1	18·6	—24·5	43·1	18·0	—20·2	38·2	16·2	—27·1	43·3
Frühling	29·2	13·2	42·4	31·2	—16·7	47·9	31·5	—11·8	43·3	32·0	—20·8	52·8
Sommer	34·2	— 8·0	26·2	37·2	8·9	28·3	36·3	7·4	28·9	39·6	9·0	30·6
Herbst	28·0	—13·2	41·2	32·6	—11·0	43·6	32·6	—12·4	45·0	32·1	—13·6	45·7
Im ganzen Jahr	34·2	—20·5	54·7	37·2	—24·5	61·7	36·3	—20·2	56·5	39·6	—27·1	66·7

Tab. 23. **Absolute Extreme und Schwankungen der Temperatur in den Monaten**

Monate	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
December	16·0	– 20·8	36·8	16·8	—21·0	37·8	17·8	– 16·8	34·6	14·9	—15·9	30·8
Januar	12·2	– 18·8	31·0	12·6	—17·8	30·4	11·5	– 17·2	28·7	10·8	—19·3	30·1
Februar	13·8	14·0	27·8	15·6	– 16·5	32·1	16·0	– 15·5	31·5	16·2	—21·5	37·7
März	20·8	– 14·0	34·8	24·2	– 1·40	37·2	23·6	– 14·2	37·8	24·1	—15·0	39·1
April	29·0	– 2·6	31·6	27·2	0·0	27·2	26·4	—1·2	27·6	26·3	—4·0	30·3
Mai	29·0	0·4	29·4	30·8	3·2	27·6	32·2	2·2	30·0	32·0	2·4	29·6
Juni	32·4	8·0	24·4	32·9	9·3	23·6	34·4	8·4	26·0	34·1	8·5	26·6
Juli	34·4	11·4	23·0	35·0	12·5	22·5	35·0	10·6	24·4	35·8	11·1	24·7
August	34·0	10·2	23·8	35·8	11·0	24·8	35·0	9·2	25·8	35·3	10·3	25·0
September	31·2	2 6	28·6	31·6	2·5	29·1	33·6	4·2	29·4	31·5	4·8	26·7
Oktober	25·9	—2·6	28·5	26·9	—1·8	28·7	26·0	—3·5	29·5	26·5	—2·4	28·9
November	18·9	– 12·7	30·9	18·9	– 8·6	27·5	19·2	—10·8	30·0	20·4	—11·9	32·3

Tab. 23. **Absolute Extreme und Schwankungen der Temperatur in den Monaten**

Monate	Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Pécs			Szálka		
	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolnte Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.	Absolute Extreme		Absolute Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
December	17·6	—20·2	37·8	18·6	—24·2	42·8	18·0	--16·6	34·6	15·0	—27·1	42·1
Januar	13·2	—20·5	33·7	12·5	—24·5	37·0	14·2	—20·2	34·4	12·0	—23·0	35·0
Februar	15·6	—16·7	32·3	16·6	—20·2	36·8	17·8	—17·0	34·8	16·2	—22·1	38·3
März	20·4	—13·2	33·6	25·0	—16·7	41·7	26·4	—11·8	38·2	26·2	—20·8	47·0
April	26·4	—1·0	27·4	30·0	—2·8	32·8	28·1	—0·8	28·9	28·0	—2·6	30·6
Mai	29·2	2·0	27·2	31·2	—2·8	34·0	31·5	1·6	29·9	32·0	2·8	29·2
Juni	34·2	8·0	26·2	37·0	9·2	27·8	32·7	7·4	25·3	33·0	9·0	24·0
Juli	34·2	10·6	23·6	37·2	11·0	26·2	36·0	9·8	26·2	39·6	11·0	28·6
August	33·4	10·4	23·0	35·9	8·9	27·0	36·3	9·4	26·9	37·5	9·0	28·0
September	28·0	—0·8	28·8	32·6	1·8	28·8	32·6	3·8	28·8	32·1	1·4	30 7
Oktober	26·1	—3·3	29·4	27·4	—6·0	33·4	27·0	—5·4	32·4	27·7	—8·4	36·1
November	18·4	—13·2	31·6	22·6	—11·0	33·6	20·8	—12·4	33·2	21·0	—13·6	34·6

maximale Jahreszeit kaum besitzen, denn ausser dem minimalen Charakter besitzenden Herbst ist die Veränderlichkeit der drei anderen Jahreszeiten miteinander beinahe vollkommen congruent. Und eben in diesem Charakterzuge ist der Einfluss des Balaton am deutlichsten ersichtlich: in denjenigen Jahreszeiten nämlich, in denen, wegen Windveränderung oder aus einer anderen Ursache Veränderungen von einem Tage auf den andern sehr häufig vorkommen würden, tritt der Einfluss des Balaton mildernd auf und macht den an Orten mit ähnlichem Klima vorkommenden excessiven Charakter der Jahreszeit oder eines einzelnen Monats gänzlich verschwinden. Uebrigens wird dieser Einfluss noch viel besser zum Vorschein kommen, wenn man die Vertheilung der Veränderlichkeit für die einzelnen Monate betrachtet. In Keszthely ist auch zwischen der mittleren Veränderlichkeit der die grösste und kleinste Veränderlichkeit besitzenden Monate nur ein Unterschied von 0·4 bemerkbar. Aehnlich steht es um Balaton-Füred, während z. B. schon in Városhidvég, das im Jahresmittel mit Keszthely und Balaton-Füred am besten übereinstimmt, die Differenz zwischen der grössten und kleinsten Veränderlichkeit volle 1·0 beträgt. Für die anderen Stationen vertheilt sich diese Differenz folgendermaassen: Pannonhalma 0·8, Nagy-Kanizsa 0·7, Kaposvár 1·0, Pécs 0·8, Szálka 0·9, Zala-Egerszeg 0·9, Kalocsa 0·5. Mit Ausnahme des einzigen Kalocsa ist daher an den anderen Orten diese Differenz wenigstens zweimal so gross, wie für Keszthely und Balaton-Füred. Von der das ganze Jahr hindurch in steter Gleichmässigkeit verbleibenden Veränderlichkeit Keszthelys und Balaton-Füreds gegenüber den anderen Stationen, kann man sich noch besser überzeugen, wenn man den Blick auf die verticalen Zahlenreihen der Tabelle 24 entlang sendet. Während nämlich in Keszthely und Balaton-Füred eben nur die Differenz je einer einzigen maximalen und minimalen Veränderlichkeit 0·4 ergeben und die Veränderlichkeits-Differenz der meisten Monate 0·1, 0·2 beträgt, fallen unter den übrigen Monaten nur wenige, einander dermassen ähnliche Monate in die Augen. Während also der stetige Einfluss des Balaton im Verlaufe des ganzen Jahres eine gleichförmige Veränderlichkeit zustande bringt, stumpft er natürlicherweise auch die Grösse der Veränderlichkeiten ab, wovon wir uns sogleich überzeugen werden, sobald wir dieselbe mit jedweder anderen Station in Vergleich ziehen.

Für alle Stationen gleicherweise besitzt der September eine minimale Veränderlichkeit, und ihm gegenüber der März eine maximale. Das Maximum und Minimum der einzelnen Stationen fällt jedoch auf sehr verschiedene Monate.

Den das ganze Jahr hindurch mildernd wirkenden Einfluss des Balaton betrachteten wir nunmehr schon bei dem täglichen Gange der Temperatur, bei der täglichen Schwankung, den mittleren Extremen und bei der Veränderlichkeit. Versuchen wir nun, ob sich derselbe auch an dem jährlichen Gange der in Pentaden gestellten Temperatur wahrnehmen lässt?

Bei der Eintheilung der Pentaden (Tabelle 25 auf Pag. 78) folgte ich den Jahrbüchern des Meteorologischen Central-Instituts, wo das ganze Jahr in aus fünf Tagen bestehenden Pentaden eingetheilt ist (nur in die letzte Pentade des Februar fallen in jedem vierten Jahre 6 Tage). Mit dieser Eintheilung bleibt man natürlich nicht in jedem Falle streng innerhalb der Monatsgrenzen, und zwar derart nicht, dass manchmal zwei, drei, ja sogar vier Tage unter den Namen des folgenden Monats hinüberfallen. Trotzdem halte ich dieses Vorgehen für richtiger, als dasjenige, dass ich in meiner Arbeit befolgte und zwar deshalb, weil hier davon die Rede

ist, dass der Temperaturgang in einer für das ganze Jahr gleichen Einheit gezeigt werde und nicht das Steigen oder Fallen der Temperatur in den einzelnen Monaten.

Das Jahr beginne ich, abweichend von den bisherigen Tabellen, mit dem Januar als demjenigen Monat, in den das Minimum der Temperatur fällt.

Bevor ich zur Erklärung der obigen Tabelle schreite, müssen wir zuerst

Tabelle 24. **Veränderlichkeit der Temperatur.**

Monat, Jahreszeit, Jahr	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs	Szálka	Zala Egerszeg	Kalocsa
December . . .	1·9	1·6	1·8	1·8	1·8	2·5	2·0	2·2	1·8	1·9
Januar	1·9	1·9	2·0	2·3	2·1	2·3	2·0	2.1	2·4	2·0
Februar	1·6	1·7	1·9	2·2	1·6	2·0	1·8	2·3	1·8	1·8
März	2·4	1·9	1·9	1·8	2·2	2·0	2·3	2·3	2·1	2·0
April	2·1	1·8	1·9	1·7	1·9	2·0	2·1	2·0	1·8	1·8
Mai	2·0	1·6	1·7	1·6	2·1	1·9	2·1	2·2	1·6	2·0
Juni	2·1	1·8	1·8	1·7	2·2	1·8	1·7	1·9	2·0	1·9
Juli	2·2	1·8	1·9	1·7	1·9	2·0	2·0	2·1	1·9	1·9
August	2·1	1·7	1·8	1·6	2·1	2·2	2·2	1·8	1·6	1·7
September . .	1·9	1·6	1·6	1·3	1·5	1·5	2·0	1·4	1·6	1·5
Oktober . . .	1·8	1·5	1·7	1·5	1·6	1·9	1·9	1·9	1·5	1·6
November . . .	1·7	1·6	1·7	1·5	1·7	1·9	1·5	1·7	1·9	1·5
Winter	1·8	1·73	1·9	2·1	1·8	2·3	1·9	2·2	2·0	1·9
Frühling . . .	2·2	1·77	1·8	1·7	2·1	2·0	2·2	2·2	1·8	1·9
Sommer . . .	2·1	1·77	1·8	1·7	2·1	2·0	2·0	1·9	1·8	1·8
Herbst	1·8	1.57	1·6	1·4	1·6	1·8	1·80	1·7	1·7	1·5
Im ganzen Jahr .	2·0	1·71	1·80	1·72	1·9	2·0	1·97	2·0	1·82	1·8

Tabelle 25. Der jährliche Temperaturgang in Pentaden.

Monat	Pentade	Keszthely	Pécs	Monat	Pentade	Keszthely	Pécs	Monat	Pentade	Keszthely	Pécs
Januar	1—5	—1·8	—1·7	Mai	1—5	13·7	14·2	September	29—2	19·5	20·0
	6—10	—1·9	—2·5		6—10	14·2	13·9		3—7	19·4	18·9
	11—15	—2·0	—2·2		11—15	14·2	14.8		8—12	18·3	17·6
	16—20	—1·1	—1·8		16—20	15·7	15·2		13—17	17·2	17·1
	21—25	—1·1	—0·9		21—25	16·4	16·7		18—22	16·2	16·2
	26—30	—1·2	—1·0		26—30	18·0	18·2		23—27	13·9	14·1
Februar	31—4	—0·7	—0·4	Juni	31—4	19·5	19·2	Oktober	28—2	14·0	14·7
	5—9	—0·5	—0·8		5—9	20·4	19·9		3—7	13·3	13·4
	10—14	—0·7	—0·5		10—14	19·6	19.0		8—12	12·9	13·3
	15—19	1·1	0·5		15—19	18·9	18·3		13—17	11·6	12·0
	20—24	2·0	1·8		20—24	20·2	19·5		18—22	10·4	9·5
	25—1	2·3	1·9		25—29	21·1	20·4		23—27	8·6	8·5
März	2—6	2·9	1·5	Juli	31—4	22·1	21·7	November	28—1	8·2	7·1
	7—11	4·5	4·1		5—9	22·3	21·4		2—6	6·9	5·8
	12—16	3·5	3·6		10—14	22·3	21·6		7—11	6·3	5·2
	17—21	6·2	6·4		15—19	22·7	22.0		12—16	4·6	4·4
	22—26	6·0	5·6		20—24	22·3	21·6		17—21	3·6	3·2
	27—31	8·9	9·3		25—29	21·2	21·5		22—26	3·9	3·2
April	1—5	10·4	10·2	August	30—3	22·2	21·4	December	27—1	3·8	2·8
	6—10	9·4	9·6		4—8	20·9	20·0		2—6	1·9	1·8
	11—15	10·4	10·2		9—13	21·1	20·9		7—11	0·4	0·1
	16—20	11·9	11·3		14—18	21·0	21·5		12-16	0·0	0·3
	21—25	13·1	13·1		19—23	20·4	20·8		17—21	0·8	0·7
	26—30	12·7	12·7		24—28	20·3	19·8		22—26	—1·3	—1·1
									27—31	1·8	—2·2

wissen, wo und in was die Einwirkung des Balaton zu suchen ist. Die Pentaden theilte ich in durchschnittlichen Tagesmitteln mit, wobei sich eben die grössten, d. h. die in den einzelnen Registrirstunden ergebenden Einwirkungen vermöge ihres gegensätzlichen Charakters gegenseitig ausgleichen, einander abstumpfen. Bei all dem haben wir uns jedoch bei der Verhandlung der Veränderlichkeit davon überzeugt, dass bei kleineren Einheiten die Einwirkung auch an den durchschnittlichen Tagesmitteln ersichtlich wird. Wenn daher im jährlichen Temperaturgange die Temperatur aus irgend einer Ursache mehrere Tage hindurch sinkt oder steigt, so wird der Balaton diese Wirkung nicht derart beeinflussen, dass ein Sinken oder ein neuerliches Steigen überhaupt nicht eintrete, sondern blos das Stürmische des Sinkens mildern. Wie wird nun eine derartige Einwirkung aus dem jährlichen Gange der Pentaden ersichtlich werden? Wenn die Temperaturveränderungen von Jahr zu Jahr an dieselben Tage gebunden wären, so müsste dieselbe auch aus den mittleren Pentaden stark auffallen, besonders in dem Falle, wenn an den betreffenden, miteinander zu vergleichenden Orten im Allgemeinen gleichförmige Veränderungen in gleicher Zeit erfolgen. Keszthely und Pécs sind aus diesem Gesichtspunkte mit einander jedenfalls vergleichbar, da die grösseren, länger andauernden Veränderungen gewisslich — und wie ersichtlich sein wird — de facto in derselben Zeit erfolgen und von gleicher Zeitdauer sind. Ein derartig grosses Zurückfallen ist z. B. das bei uns im ganzen Lande beobachtete Sinken der Temperatur im Juni, das sowohl für Keszthely, wie auch für Pécs derartig vorausgesetzt werden darf, dass von der dritten Pentade des Juni die Temperatur so stark fällt, dass die Temperatur nur in der letzten Juni-Pentade wieder diejenige Höhe erreicht, auf der sie schon in der zweiten Pentade desselben Monats stand. Uebrigens finden sich für Pécs in der Hebung der Temperatur vom Miniumum zum Maximum oder umgekehrt, im Fallen vom Maximum zum Minimum mehr als ein Sinken, oder im entgegengesetzten Falle Steigen, wofür in Keszthely auch nicht ein Anzeichen vorkommt oder umgekehrt. Derartige Veränderungen sind im Verlaufe des Jahres an mehreren Orten beobachtbar, erstrecken sich jedoch nicht weiter, als auf eine einzige Pentade und sind factische Beweise dafür, dass ausser jenen grösseren, auf allgemeine Einflüsse zurückführbaren Einflüssen, die zu derselben Zeit beinahe für ganz Ungarn dieselben Folgen haben, des öfteren und noch andere sich auf von einander geschiedene kleinere Gebiete beschränkende Ursachen mit einwirken.

Für Pécs fällt das Temperaturminimum auf die zweite Pentade des Januar, doch auch in der dritten Pentade ist die Temperatur demselben stark angenähert. Für Keszthely tritt das Minimum um eine Pentade später ein, ist jedoch nur um 0·1^{0} niedriger, als die Temperatur der vorangehenden Pentade. In der vierten Pentade ist Keszthely noch wärmer als Pécs; doch ist das Klima von der fünften Pentade bis zur vierten Pentade des Februar — abgesehen von einem Rückfall, der in Pécs eben zu der Zeit eintrat, da in Keszthely eine Steigung beobachtet werden konnte — in Keszthely niedriger als in Pécs. Diese fünf Pentaden sind es auch, unter denen das Eis des Balaton rasch zu schmelzen pflegt und hievon die niedrigere Temperatur Keszthelys. Während also an den durchschnittlichen Monatsmitteln die durch die Schmelzung verursachte Abkühlung nicht ersichtlich wurde, kann selbe in den Pentaden wieder aufgefunden werden. Von der vierten Pentade des Februar, bis zur dritten Pentade des März ist wieder Keszthely die wärmere

Station. Hier beginnt dann das Frühlingsspiel der Temperatur, das sich darin offenbart, dass die Temperatur bald steigt, bald fällt und das bis zur dritten Pentade des Mai andauert, worauf auf ein bis zur zweiten Pentade des Juni fortwährend andauerndes Steigen — wie wir schon oben gesehen haben — ein vier Pentaden andauerndes Fallen eintritt. Das Fallen der Temperatur in der berühmt gewordenen dritten Mai-Pentade konnte nicht gefunden werden; in Pécs ist dasselbe jedoch vorhanden und offenbart sich in Keszthely darin, dass die Temperatur der dritten Pentade gleich mit derjenigen der zweiten ist. Das Maximum fällt an beiden Orten auf die vierte Pentade des Juli. Von hier an beginnt der langsame Rückfall mit mehrmals eintretenden Steigungen und vergleicht man nun die beiden Stationen wieder mit einander, so ist bis zur letzten Pentade des September die Temperatur zumeist freilich in Keszthely, doch einige Male auch in Pécs höher. Von der letzten September-Pentade ist das Klima von Pécs, von da an bis zur vierten Pentade des October das Klima von Keszthely das wärmere. Hierin offenbart sich die herbstliche Einwirkung des Balaton, der im Gegensatze zum schneller abkühlenden Trockenlande die Sommerwärme länger beibehält und selbe nun an die Umgebung abgibt. In der fünften Pentade des December hebt sich die Temperatur an beiden Orten, um erst in der sechsten unter das durchschnittliche Mittel von $0{\cdot}0$ herabzusinken. Von hier an bis zum Januar-Minimum ist — mit einem Rückfalle für Pécs in der ersten Januar-Pentade und für Keszthely mit einer Spur des Rückfalles — das Herabsinken der Temperatur ein andauerndes.

Dies das Bild des jährlichen Temperaturganges in Pentaden, das in derartig kleineren Einheiten noch keinen regelmässig ansteigenden, d. i. bis zum Maximum stetig ansteigenden und ebenso zum Minimum herabsinkenden Gang verräth, sondern das factische und von Tag zu Tag betrachtet, noch um vieles launischere Spiel des Wetters widerspiegelt. Die Vergleichung der beiden Stationen ergab zweifelsohne, dass in dergleichen kleineren Einheiten die durch das Schmelzen verursachte Abkühlung und die Erwärmung im Spätherbste sogar an den durchschnittlichen Jahresmitteln ersichtlich ist.

Studiert man den Temperaturgang von Jahr zu Jahr, wozu sich bei der Berechnung der Pentaden eine so vorzügliche Gelegenheit bietet, so kann man sich jahraus jahrein von der Thatsache überzeugen, dass der Einfluss des Balaton den plötzlichen Uebergang aus der +-Temperatur in die —-Temperatur und umgekehrt verhindert, was in Anbetracht eines so grossen Wasserbeckens als eine schon an und für sich genug klare Thatsache erscheint.

Bei der Mittheilung der Pentaden beschränkte ich mich deshalb blos auf diese beiden Stationen — obwohl ich einzelnen Stationen zuliebe auch die Pentaden mehrerer anderer Stationen berechnete — denn wenn irgendwo, so besteht die Regel, dass womöglich nur die von gleichen Zeiten genommenen oder doch wenigstens auf gleiche Zeiträume reducirten Daten oder Mitteln verglichen werden sollen hier, wo es sich um die Vergleichung von aus kleineren Einheiten gewonnenen Mittel handelt. Ueber diese beiden Stationen hatte ich nun aber 20 Jahre hindurch andauernde und aus denselben Jahren herrührende Daten zur Hand. Zu dem Ziele, um auch die sich hier offenbarende Einwirkung des Balaton ersichtlich machen zu können, war übrigens auch die Vergleichung dieser beiden Stationen genügend, und das Bild, das diese beiden Stationen über den Jahresgang der Temperatur in kleineren Einheiten ergaben desgleichen genügend, um uns einen

allgemeinen Begriff des für Transdanubien charakteristischen Temperaturganges zu geben. Zu diesen beiden Stationen kommt noch der in Pentaden zerlegte jährliche Temperaturgang von Pannonhalma, wo ich auch die Mittel der einzelnen Termine in Pentaden mittheilte.

Boglár, Siófok und Tihany.

Bei obiger Besprechung der Temperatur nahm ich bloss zwei Stationen, Keszthely und Balaton-Füred an, obwohl, wie ich schon im einleitenden Theile erwähnte, ich auch von anderen Stationen Aufzeichnungen zur Hand hatte und zwar solche von drei-vier Jahren, die ich gleichfalls aufarbeitete, und bei der Schilderung des Einflusses des Balatons nolens-volens gleichfalls benützte. Hätte ich die Einwirkung des Balatons auf einzelnen Beispielen gestützt per longum et latum darlegen wollen, so hätten mir die gesammten Daten all dieser Stationen hiefür ein reichliches Material geboten.

Ich wollte jedoch den Einfluss des Balatons nicht in einzelnen Fällen vorführen, da ich auf Grund meiner Berechnungen von der Existenz dieses Einflusses schon längst überzeugt war, sondern viel allgemeiner generalisirend, auf Grund der mittleren Daten mehrerer Jahre. Nicht das wollte ich beweisen, dass er in einzelnen Fällen Einwirkung besitzt, sondern ein Bild der regelmässigen Continuität dieses Einflusses geben. Das schon gewonnene Resultat nun auch auf andere um den Balaton gelegene Stationen anzuwenden ist es ein Leichtes, wenn man diesbezüglich auch aus kürzeren Zeiträumen herrührende Daten besitzt. Aus drei Stationen, aus Boglár, Siófok und Tihany stehen mir nun die ununterbrochenen Aufzeichnungen von drei Jahren (1892—1894) zur Verfügung, wesshalb ich in Folgenden diese Daten mit den aus denselben drei Jahren herrührenden Daten von Keszthely und Balaton-Füred in Vergleich stellen werde (Tabelle 26 auf Pag. 82 u. 83).

Für Tihany sind die Daten 2 pm. nicht vergleichbar, da das Thermometer Mittags den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt war. Hievon die hohe Temperatur in den durchschnittlichen Mitteln.

Damit diese Tabelle nicht eine zu riesige Gestalt annehme, habe ich die tägliche Schwankung nicht beigefügt. Im Vereine mit der Veränderlichkeit werde ich dieselben nach der Tabelle in Kürze vorführen.

Aus bloss dreijährigen Aufzeichnungen berechnete Mittel dienen natürlich nur für Vergleichung der allgemeinsten und am meisten charakteristischesten Züge und nicht zur Detaillirung.

Durchläuft man nun die Monats-Mittel dieser drei neueren Stationen, so überzeugt uns eine kurze Vergleichung der 7 am. und 9 pm. Mittel sofort davon, dass auch hier in allen Monaten die Abendtemperatur grösser ist als die Morgentemperatur; der in Tagesmitteln der Registrirstunden ausgedrückte jährliche Temperaturgang also ganz derselbe ist wie in Keszthely und Balaton Füred. Balaton-Füred und Keszthely zeigten aber im Gegensatze zu den anderen Stationen diesen Charakter eben nur in Folge der Einwirkung des Balatons. Nur für Boglár nähert sich die Temperatur im Mai und Juni 7 am. zu 9 pm.

Vergleicht man die Jahreszeiten und Jahresmittel Balaton-Füreds und Keszthelys mit den Mitteln aus 20 Jahren, wie auch den analogen Mitteln von Boglár, Tihany und Siófok, so sieht man, dass alle drei Jahre nach der + Richtung hin

Tabelle 26. Mittlere Temperatur 1892—1894.

Monat, Jahreszeit, Jahr	Siófok				Tihany				Boglár			
	7 am	2 pm.	9 pm.	Mittel	7 am	2 pm.	9 pm.	Mittel	7 am	2 pm.	9 pm.	Mittel
Dezember . . .	—2·2	0·9	—1·6	—1·0	—0·9	2·0	—0·6	—0·2	—1·1	1·9	—0·5	0·1
Januar	—5·5	—2·7	—4·8	—4·3	—5·1	—1·4	—4·0	—3·5	—6·0	—2·9	—5·4	—4·8
Februar	—1·0	4·0	0·5	1·2	—0·5	6·5	1·4	2·5	—0·9	3·1	0·7	1·0
März	2·8	9·1	4·4	5·4	2·8	11·9	4·9	6·5	2·5	7·7	4·0	3·7
April	8·8	16·4	10·4	11·9	8·9	19·4	11·1	13·1	9·1	15·7	9·6	11·5
Mai	14·2	19·6	14·8	16·2	13·6	22·0	14·6	16·7	14·4	20·5	14·5	16·5
Juni	17·3	22·3	18·1	19·2	16·8	25·2	17·5	19·8	17·6	22·9	17·7	19·1
Juli	19·6	25·8	20·6	22·0	19·4	27·9	20·2	22·5	19·8	26·0	20·5	22·1
August	18·8	25·8	20·4	21·7	18·9	28·4	20·3	22·5	18·6	25·3	19·6	21·2
September . . .	14·6	21·4	16·2	17·4	15·1	24·3	16·4	18·6	14·3	21·1	14·8	16·7
Oktober	10·3	16·3	11·8	12·8	10·8	17·9	12·2	13·6	10·0	15·8	10·4	12·1
November . . .	2.6	6·8	3·5	4·3	3·5	7·6	4·3	5·1	2·5	5·9	3·4	3·9
Winter	—2·9	0·7	—2·0	—1·4	—2·2	2·4	—1·1	—0·3	—2·7	0·7	—1·7	—1·2
Frühling	8·6	15·0	9·9	11·2	8·4	17·8	10·2	12·1	8·7	14·6	9·4	10·9
Sommer	18·6	24·6	19·7	21·0	18·4	27·2	19·3	21·6	18·7	24·7	19·3	20·9
Herbst	9·2	14·8	10·5	11·5	9·8	16·6	11·0	12·4	8·9	14·3	9·5	10·9
Im ganzem Jahre	8·4	13·8	9·5	10·6	8·6	16·0	9·8	11·5	8·4	13·6	9·1	10·4

Tabelle 26. **Mittlere Temperatur 1892—1894.**

Jahreszeit, Jahr	Keszthely				Balaton-Füred			
	7 am.	2 pm.	9 pm.	Mitt.	7 am.	2 pm.	9 pm.	Mitt.
Winter	−1·8	1·4	−0·4	−0·3	−1·9	1·4	−0·8	−0·4
Frühling	8·9	14·8	11·6	11·8	8·6	15·4	10·5	11·5
Sommer	18·6	24·4	20·3	21·1	18·2	25·0	19·3	20·8
Herbst	9·5	14·2	11·3	11·7	9·2	14.5	10·8	11·5
Im ganzem Jahre	8·8	13.7	10·7	11·1	8·5	14·1	10·1	10·9

ziemlich excessiver Natur waren, für die Wintermonate gilt dasselbe nach der — Richtung. Das durchschnittliche Jahresmittel ist beinahe um einen Grad höher als das aus den 20 Jahren gewonnene Mittel. Lässt man für Tihany 2 pm. und das durchschnittliche Mittel ausser Acht, so gelangt man zur Überzeugung, dass man in diesen drei Jahren in Tihany und an der Südseite des Balaton im Allgemeinen niedrigere Temperaturen notirte als in Keszthely und Balaton-Füred. Besonders in den Wintermonaten ist die Temperatur dort um ein Beträchtliches niedriger als hier. Die Mittel der einzelnen Registrirstunden zeigen jedoch im Allgemeinen dasselbe Verhältniss, wie in Keszthely und Balaton, was also für gleiche Einflüsse spricht. Betrachten wir jedoch dieses Verhältniss in den Tagesschwankungen auch des Näheren (Tabelle 27).

Auffällig ist den anderen gegenüber das geringe Schwanken der Wintermonate und des Novembers. Es ist dies also dasselbe Verhältniss, dessen Erklärung wir schon bei der Besprechung der täglichen Schwankung Keszthely's und Balaton-Füred's gesehen haben. Vergleicht man übrigens die täglichen Schwankungen der Mittel aus den drei Jahren auch untereinander, so wird ersichtlich, dass dieselben

Tabelle 27. **Tägliche Schwankung.**

Monat	Dez.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktober	Novemb.
Siófok . . .	3·1	2·8	5·0	6·7	7·6	5·4	5·0	6·2	7·0	6·8	6·0	4·2
Boglár	3·0	3·1	4·0	5·2	6·6	6·1	5·3	6·2	6·7	6·8	5·8	3·4

Jahreszeit	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Ganz. Jahr
Siófok . . .	3·6	6·4	6·0	5·6	5·4
Boglár . . .	3·4	5·9	6·0	5·4	5·2
Keszthely . .	3·2	5·9	5·8	4·7	4·9
Balaton-Füred	3·3	6·8	6·8	5·3	5·6

mit denjenigen von Keszthely und Balaton-Füred in allen charakteristischen Zügen übereinstimmen; im Jahresmittel sind die Schwankungen kleiner als die von Balaton-Füred, in Keszthely grösser.

Drei Jahre sind leider zu wenig, um daraus Veränderlichkeiten zu bilden. Wie jedoch aus der Tabelle 28 ersichtlich ist, erhält man auch auf diese Weise jene gleichförmige und durch das niedrige Herbstminimum auffallende Veränderlichkeit, die wir schon bei Keszthely und Füred sahen. Die ungemein niedrige Veränderlichkeit Tihany's ist noch umso auffälliger, da das Thermometer in den Mittagstunden bestrahlt wurde und daher nach je einem klaren und bedeckten Tage die Veränderlichkeit nothwendig grösser als die normale ist. Übrigens trägt diese Station auch in den Tagesmitteln der einzelnen Registrirstunden (7 am. und 9 pm.) den durch die Einwirkung des Balaton verursachten Charakter an sich, was ja gar nicht auffällig sein darf, ist doch die Station mit Ausnahme einer schmalen Erdzunge von allen Seiten vom Balaton umgeben.

Tabelle 28. **Veränderlichkeit der Temperatur (1892—1894.)**

Jahreszeit	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Ganz. Jahr
Siófok . . .	1·9	1·9	1·8	1·6	1·8
Tihany . . .	1·8	1·8	1·9	1·5	1·7
Boglár . . .	1·9	1·8	1 9	1·7	1·8

Auch aus der flüchtigen Zeichnung dieser drei Stationen konnte sich jedermann überzeigen, dass der Einfluss des Balatons auf die Temperatur überall aufzufinden ist, bald in kleinerem bald in grösseren Maasse, je nach dem irgend einer der herrschenden Winde vom Balaton her weht oder nicht.

IV. CAPITEL.

Die Feuchtigkeit der Luft.

Auf einem kleineren und in klimatischer Hinsicht derartig gleichförmigen Gebiete, wie es Transdanubien ist, kann in einer vergleichenden climatologischen Arbeit kaum davon die Rede sein, die von einander abweichenden Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft zu erforschen. Nicht einmal dann, wenn in der Mitte dieses Gebietes ein so ausgebreiteter See liegt, wie es der Balaton ist. Die Menge der Luftfeuchtigkeit wird sich nämlich, sollte zufällig an dem einen oder anderen Orte eine geringere Menge derselben verdampfen, in Folge der Windverhältnisse gleichmässig vertheilen. Dabei besitzt jedoch die Temperatur für das ganze Gebiet einem derartigen Gang, das bei einem annähernd gleichen Dunstdrucke auch die relative Feuchtigkeit annähernd gleich sein muss. Als grosse, in fortwährender Verdunstung befindliche Oberfläche besitzt der Balaton unstreitig grosse Wichtigkeit und das Abhandensein desselben würde man an den Niederschlagsverhältnissen jedenfalls spüren; hieraus folgt jedoch noch nicht, dass neben dem Balaton jedenfalls ein

grösserer Dunstdruck beobachtet werden muss, als in grösserer Entfernung desselben. Wenn sogar an den vom Meere und allen anderen mit grösserer Energie verdampfenden Oberflächen entfernt liegenden Puszten die Menge der atmosphärischen Feuchtigkeit sich nur wenig vom Dunstdrucke anderer Orte unterscheidet: so lässt sich nicht erwarten, dass sich in der unmittelbaren Nähe des Balaton ein stark wahrnehmbarer grösserer Dunstdruck beobachten lasse als in anderen Gegenden Transdanubiens, besonders aber dann nicht, wenn man bedenkt, dass die an Niederschlägen reichste Gegend Transdanubiens anderswohin fällt. Im Folgenden werden wir daher besonderes Gewicht auf die monatliche, beziehentlich jährliche Vertheilung des Dunstdruckes und der relativen Feuchtigkeit, ferner die tägliche Vertheilung dieser letzteren legen, dabei jedoch auch die eventuell auffallenden kleineren Abweichungen hervorheben. Die tägliche Schwankung des Dunstdruckes — mit einem regelmässigen Minimum am Morgen, und einem Maximum zu Mittag — ist derart gering, dass zum Ersichtlichmachen derselben das durchschnittliche Tagesmittel allein genügt. Bei der relativen Feuchtigkeit werden wir uns jedoch — als einem climatologisch wichtigen Factor — durch Mittheilung der Mittel der einzelnen Registrirstunden auch auf die tägliche Schwankung erstrecken. Auf das organische Leben wirkt besonders diese letztere ein, da derselbe Dunstdruck bei verschiedener Temperatur, also verschiedener relativen Feuchtigkeit auf den Organismus verschiedene Einwirkung ausüben muss, indem dieselbe bei niedrigerer Temperatur die Verdunstungsfähigkeit der organischen Körper mehr verhindert als bei grösserer Feuchtigkeit.

A) *Der Dunstdruck.*

Der Dunstdruck oder mit anderen Worten die absolute Luftfeuchtigkeit wurde an allen unseren Stationen ihrer Quantität nach, d. i. vermittels der mit ihr das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäule gemessen und sodann in Millimetern ausgedrückt. Die Daten der verschiedenen Stationen reducirte ich weder hier noch bei der Luftfeuchtigkeit auf 20 Jahre, da die Daten auch ohne Reduction vergleichbar sind. Die Jahre, aus denen die Daten stammen, sind dieselben wie bei der Temperatur. Ich führe dieselben zuerst in der Jahres- und sodann in der monatlichen Vertheilung an:

Tabelle 29. **Vertheilung des Dunstdruckes nach Jahreszeiten und Jahr.**

Jahreszeiten	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs
Winter .	3·6	3·8	3·6	3·6	4·0	4·0	4·0
Frühling .	6·2	6·4	7·1	6·5	6·8	7·6	7·2
Sommer .	10·8	11·7	11·1	11·3	12·6	13·4	12·6
Herbst .	7·1	7·6	7·9	7·4	8·0	8·2	8·2
Ganz Jahr	6·9	7·5	7·4	7·2	7·9	8·3	8·0

Der Dunstdruck steigt und sinkt parallel mit der Temperatur. Bei grösserer Temperatur ist die Verdampfung und daher auch der Dunstdruck grösser. Daher das Winter-Minimum und das Sommer-Maximum; im Herbste ist dasselbe überall grösser als im Frühling, sogar auch dort — in Nagy-Kanizsa — wo die Frühlingstemperatur höher als die Herbsttemperatur ist, welche Thatsache schon an und für sich zeigt, dass auf die locale Verdunstung den Windverhältnissen ein grösserer Einfluss zusteht als den Trägern des Dunstinhaltes.

Vergleicht man die einzelnen Stationen unter einander (Siehe Tabelle 30 und Figuren 55—61 auf Pag. 87, 88 u. 90), so findet man, dass der Dunstdruck am kleinsten in Pannonhalma, Városhidvég und an den Küstenstationen des Balaton ist; an den südlicher gelegenen Stationen ist er schon grösser, am grössten in Kaposvár. Dieses Verhältniss der Stationen zu einander findet sich nicht nur im Jahresmittel sondern in jeder einzelnen Jahreszeit. Am nächsten kommt dem Dampfdrucke der südlichen Stationen noch derjenige der Littoralstationen.

Tabelle 30. **Vertheilung des Dunstdruckes in Monaten.**

Monat	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs
Dezember	3·8	4·0	4·0	4·0	4·3	4·1	4·0
Januar .	3·4	3·5	3·1	3·2	3·7	3·8	3·7
Februar .	3·7	4·0	3·7	3·6	4·1	4·2	4·2
März . .	4·4	5·0	4·9	4·9	4·8	5·3	5·2
April . .	5·9	6·5	6·9	6·2	6·8	7·3	7·1
Mai . .	8·2	8·9	9·5	8·5	8·9	10·2	9·3
Juni . .	10·3	10·5	11·0	10·6	12·1	12·6	12·2
Juli. . .	11·2	12·6	11·8	11·9	13·0	14·1	13·2
August .	10·9	12·1	11·6	11·4	12·8	13·5	12·5
Septemb.	9·2	9·9	10·0	9·6	10·7	11·1	10·6
Oktober .	7·1	7·7	8·1	7·3	7·9	8·0	8·4
November	5·1	5·3	5·5	5·3	5·4	5·6	5·5

Dieselben Verhältnisse drücken auch die Figuren 55—61 aus.

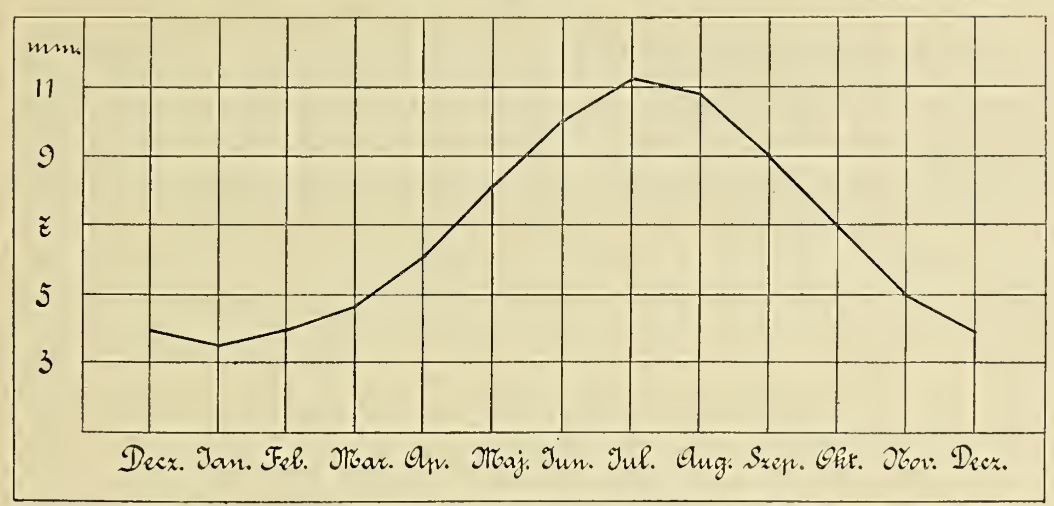


Fig. 55. Mittlerer Dunstdruck in Pannonhalma.



Fig. 56. Mittlerer Dunstdruck in Keszthely.

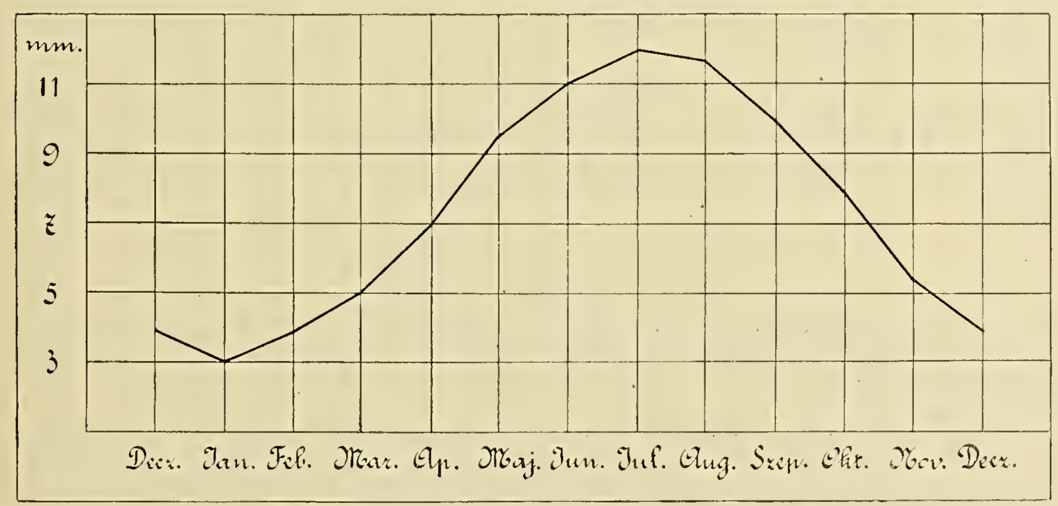


Fig. 57. Mittlerer Dunstdruck in Balaton-Füred.

Überall ein Januar-Minimum und ein Juli-Maximum. Vom Minimum zum Maximum ein stetiges Ansteigen, vom Maximum zum Minimum ein stetiges Herabsinken. Das Verhältniss zwischen den beiden Stationen ist dasselbe, wie bei der Vertheilung nach Jahreszeiten. Am grössten ist der Unterschied zwischen dem Dunstdrucke in den Sommermonaten, am kleinsten im allgemeinen im October, November und Dezember.

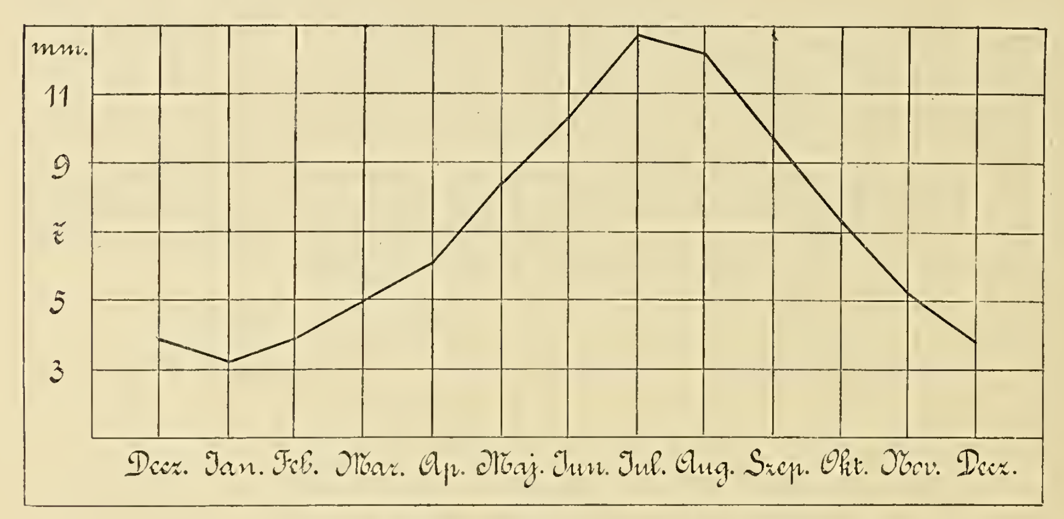


Fig. 58. Mittlerer Dunstdruck in Város-Hidvég.

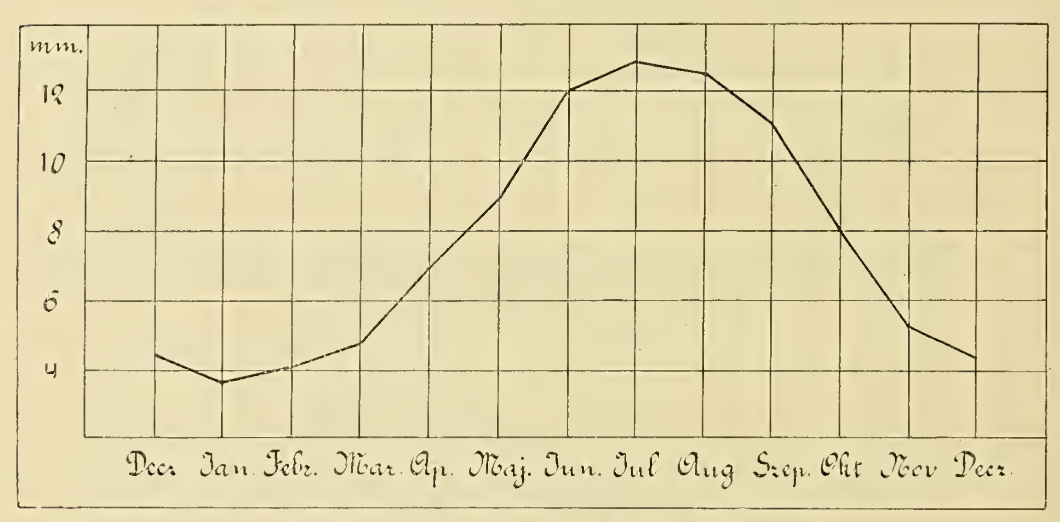


Fig. 59. Mittlerer Dunstdruck in Nagy-Kanizsa.

B) *Die relative Feuchtigkeit.*

Die relative Feuchtigkeit ist das procentische Verhältniss, in dem der factische Dunstdruck zu dem der betreffenden Temperatur entsprechenden maximalen Dunstdrucke steht.

Sie steht daher gleichfalls mit der Temperatur im engen Zusammenhange. Die Vertheilung ist an den einzelnen Stationen für die betreffende Jahreszeit in der folgenden Tabelle 31 zusammengestellt.

Tabelle 31. Vertheilung der relativen Feuchtigkeit nach Jahreszeiten und Jahren.

Station	Pannonhalma				Keszthely				Balaton-Füred				Városhidvég			
Jahreszeit	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M
Winter	84	79	82	82	85	78	83	82	82	75	81	79	85	79	83	82
Frühling	75	57	70	67	77	56	72	68	78	58	73	70	77	57	73	69
Sommer	73	52	67	64	74	52	71	65	75	50	68	64	72	52	74	66
Herbst	82	68	76	75	79	62	75	72	82	66	78	75	83	65	78	75
Ganz. J.	78	64	74	72	79	63	76	73	79	62	75	72	79	63	77	73

Station	Nagy-Kanizsa				Kaposvár				Pécs			
	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M
Winter	94	83	92	90	89	84	88	87	89	83	88	87
Frühling	83	60	79	74	82	66	81	76	79	64	79	74
Sommer	78	58	81	72	79	60	79	73	76	60	79	72
Herbst	93	73	90	85	87	72	84	81	88	72	86	82
Ganzes Jahr	87	68	86	80	84	70	83	79	83	69	83	78

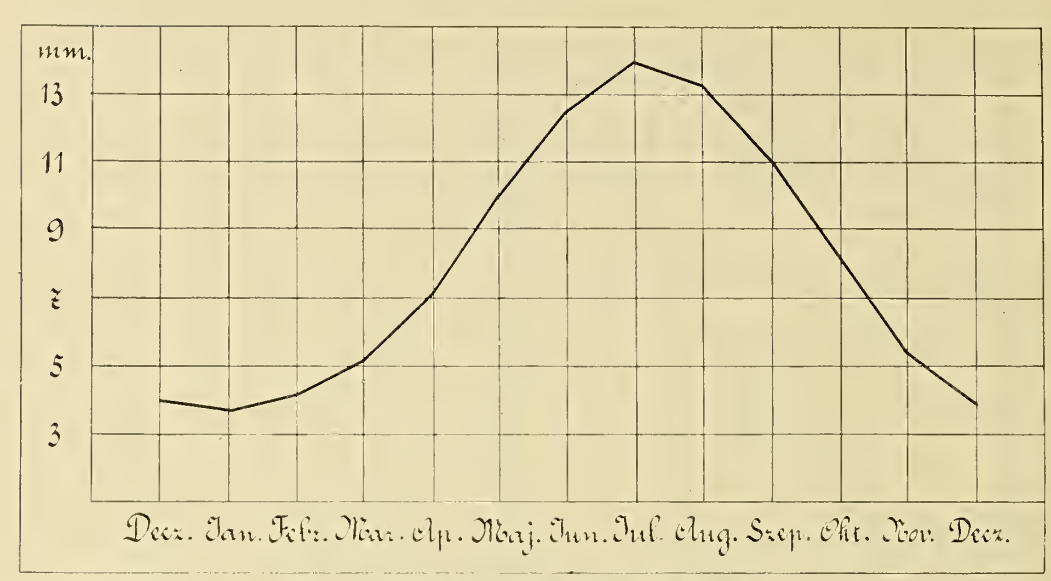


Fig. 60. Mittlerer Dunstdruck in Kaposvár.



Fig. 61. Mittlerer Dunstdruck in Pécs.



Fig. 62. Mittlere relative Feuchtigkeit in Pannonhalma.

Bei der relativen Feuchtigkeit ist auch die Mittheilung der in den einzelnen Stunden beobachteten Mittel wichtig, denn dieselbe besitzt grosse tägliche Schwankungen. Diese täglichen Schwankungen sind wie aus der obigen Tabelle schon auf den ersten Blick ersichtlich ist, am kleinsten im Winter, am grössten im Sommer. Im Frühjahre sind sie grösser als im Herbste.

Alldies ist mit der täglichen Schwankung der Temperatur im engen Zusammenhange, wo gleichfalls winterliche minimale und sommerliche maximale Tagesschwankungen vorkommen und die tägliche Schwankung im Frühjahre gleichfalls grösser als im Herbste ist. Die jährliche Vertheilung der relativen Feuchtigkeit ist im Grossen und Ganzen genommen der Gegensatz des Dunstdruckes. Die Differenz werden wir bei der monatlichen Vertheilung sehen. Die einzelnen Registrirstunden betrachtet, ist dieselbe am kleinsten 2 pm, am grössten durchschnittlich 7 am. Der überaus enge Zusammenhang mit der Temperatur erhellt aus obiger Tabelle auch daraus, dass an denjenigen Orten an denen im Sommer um 7 am. die Temperatur wärmer war als 9 pm. (Pécs, Kaposvár, Városhidvég und Nagy-Kanizsa) die relative Feuchtigkeit mit den anderen Stationen verglichen, im verkehrten Verhältnisse steht. Am grössten ist die relative Feuchtigkeit an denjenigen Stationen, wo auch der Dunstdruck am grössten war, und am kleinsten, wo bei höherer Temperatur auch jene am kleinsten war. Die monatliche Vertheilung der relativen Feuchtigkeit zeigen die Tabelle 32 und die Figuren 62—68.

Im durch Monatsmittel ausgedrückten jährlichen Gange der Temperatur befindet sich im Gegensatze zum Dunstdrucke das Minimum im Juli und das Maximum im Dezember. Das Maximum fällt also, wie man nach dem Gegensatze zu dem Dunstdrucke erwartet hätte, nicht auf den Januar, sondern auf den Dezember. Vom Dezember-Maximum dem Juli-Minimum zu vorschreitend, fällt der April auf, mit seiner verhältnissmässig kleinen relativen Feuchtigkeit bei der an einigen Stationen (Pannonhalma, Pécs) die relative Feuchtigkeit im Mai grösser ist, während dieselbe bei den anderen gleich ist. In Balaton-Füred und Kaposvár ist die relative Feuchtigkeit im April grösser als im Mai. Wenn man nun die grössere relative Feuchtigkeit des Mai aus der zu Ende April so raschen Laubentwickelung erklärt, d. i. aus der überaus starken Vergrösserung der transpirirenden Oberfläche [1] (grüne, frische Blätter), so kann man verstehen, warum man eben an den vom Balaton am entferntesten gelegenen Pécs und Pannonhalma dieses Verhältniss so bestimmt entwickelt findet und warum nicht an dem zum Balaton näher liegenden und den Balaton-Winden besser ausgesetzten Stationen? Ob die sich belaubenden Bäume hier die verdunstende Fläche im Mai vergrössern oder nicht, die am energischesten verdunstende Fläche bleibt dennoch der Balaton, der in dieser Hinsicht im Mai dieselbe Rolle spielt wie im April.

Nach der monatlichen Vertheilung der relativen Feuchtigkeit kann man nicht den vier Jahreszeiten entsprechende ebensoviele Typen unterscheiden, sondern eigentlich nur zwei: einen Typus mit sommerlichem Charakter vom April bis September und einen solchen mit winterlichem Charakter vom October bis zum März.

Betrachtet man ferner die einzelnen Registrirstunden des Näheren, so wird man gewahr, dass die relative Feuchtigkeit von 7 am. und 9 am. — besonders in den Wintermonaten — von einander nur wenig unterschieden ist. Im Allgemeinen

[1] Woeikof: Die Klimate der Erde. S. I 272.

Tabelle 32. **Monatliche Vertheilung der relativen Feuchtigkeit.**

Station	Pannonhalma				Keszthely				Balaton-Füred				Városhidvég				Nagy-Kanizsa				Kaposvár				Pécs			
Monat	7 am	2 pm	9 pm	M.	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M.	7 am	2 pm	9 pm	M	7 am	2 pm	9 pm	M.	7 am	2 pm	9 pm	M.	7 am	9 pm	2 pm	M
Dez.	86	82	84	84	86	81	84	84	83	78	83	81	87	82	84	84	95	88	94	92	87	84	86	86	90	84	89	88
Jan	84	80	82	82	85	80	83	83	81	76	81	79	85	80	83	83	94	85	93	91	90	86	89	88	89	85	89	88
Febr.	83	74	80	79	85	72	81	79	83	72	79	78	84	75	81	80	93	75	90	86	89	83	89	87	88	80	86	85
März	77	63	73	71	81	61	75	72	81	65	76	74	81	63	74	73	86	62	81	76	86	71	84	80	83	69	81	78
April	74	54	67	65	75	54	69	66	77	57	71	68	76	55	70	67	82	59	78	73	82	65	79	75	77	61	76	71
Mai	75	55	69	66	74	53	71	66	77	54	72	67	73	54	74	67	80	59	79	73	79	63	81	74	78	62	81	74
Juni	73	53	68	65	74	53	72	66	76	54	72	67	72	54	74	67	78	58	81	72	78	61	80	73	77	62	79	73
Juli	72	49	65	62	73	51	70	65	73	49	67	63	70	50	73	64	75	54	78	69	76	58	77	70	75	58	76	70
Aug.	73	53	67	64	76	53	70	66	76	48	66	63	73	51	74	66	80	62	84	75	82	61	81	75	77	60	78	72
Sept.	77	58	69	68	79	57	74	70	79	56	72	69	79	55	75	70	91	66	89	82	87	63	83	78	83	64	82	76
Okt.	83	68	77	76	83	68	79	77	83	67	79	76	84	67	78	76	94	72	90	85	87	74	85	82	89	73	87	83
Nov.	85	78	83	82	84	75	82	80	85	75	82	81	85	74	81	80	94	81	92	89	87	79	85	84	90	80	88	86

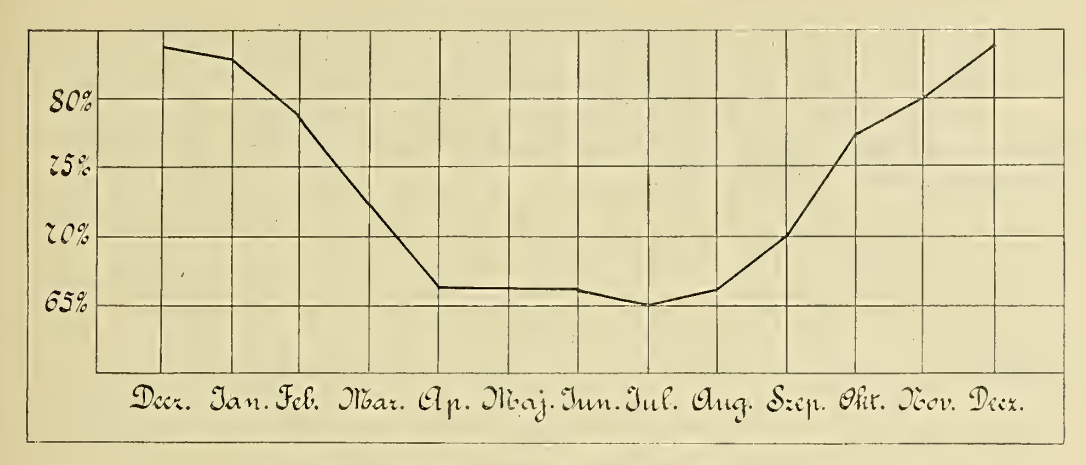


Fig. 63. Mittlere relative Feuchtigkeit in Keszthely.

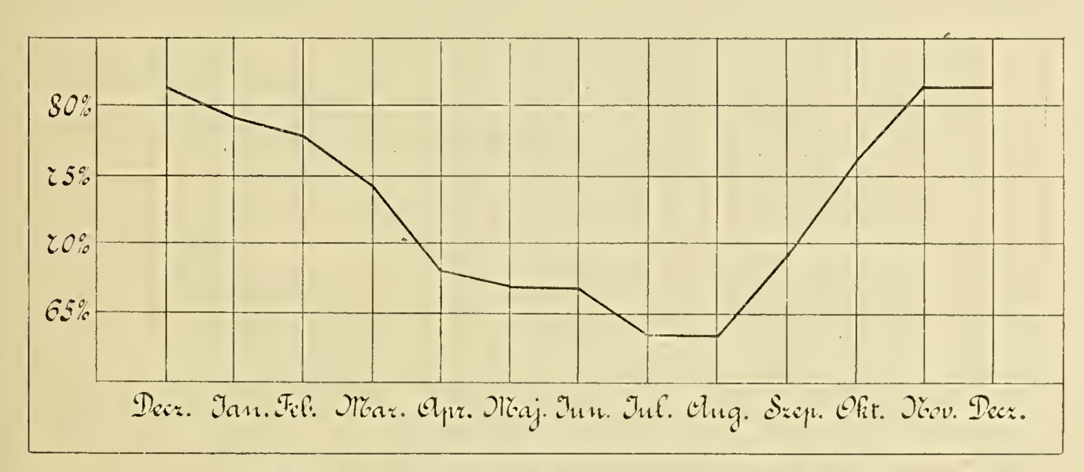


Fig. 64. Mittlere relative Feuchtigkeit in Balaton-Füred.



Fig. 65. Mittlere relative Feuchtigkeit in Város-Hidvég.

ist dieselbe Morgens (7 am) grösser als Abends (9 pm) mit Ausnahme der bei der Vertheilung nach den Jahreszeiten angeführten Orte in den Sommermonaten.

Endlich ergibt sich nach Vergleich der einzelnen Stationen, dass das schon bei der Vertheilung nach den einzelnen Jahreszeiten beobachtete Verhältniss von Monat zu Monat constant bleibt.

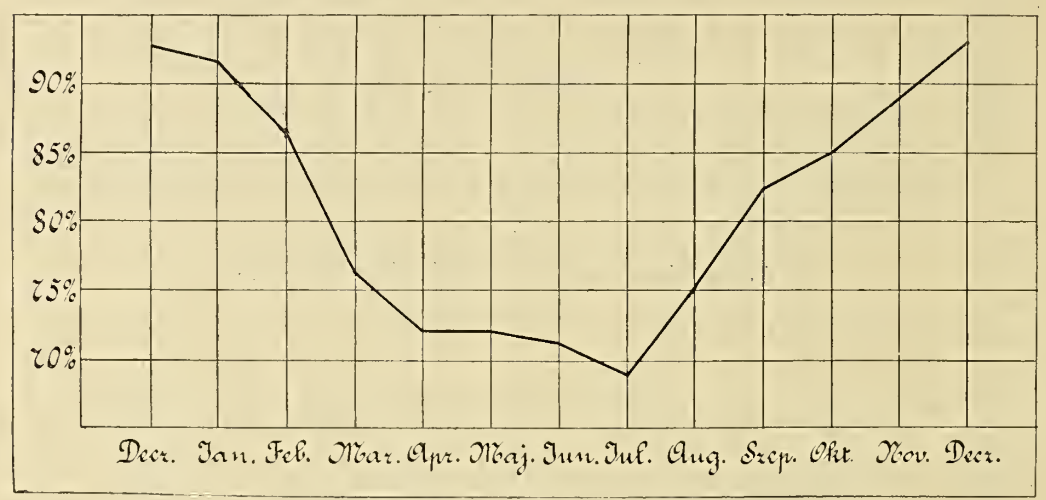


Fig. 66. Mittlere relative Feuchtigkeit in Nagy-Kanizsa.

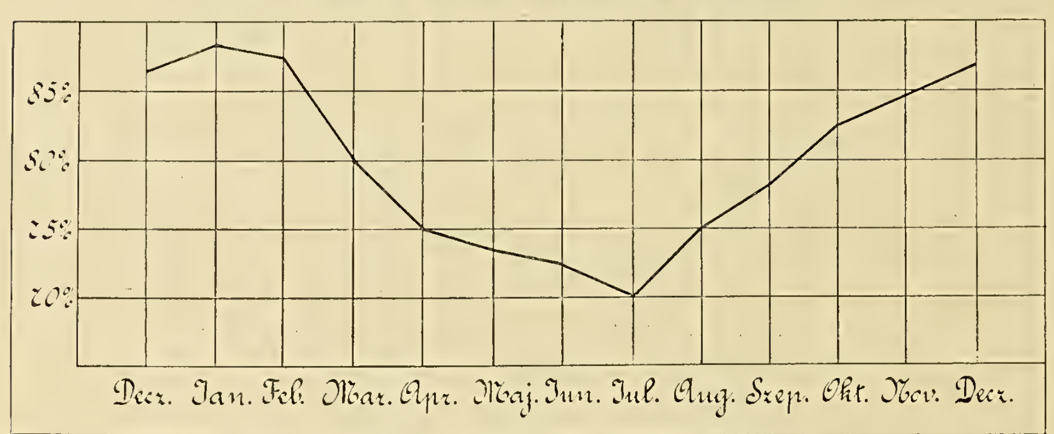


Fig. 67. Mittlere relative Feuchtigkeit in Kaposvár.

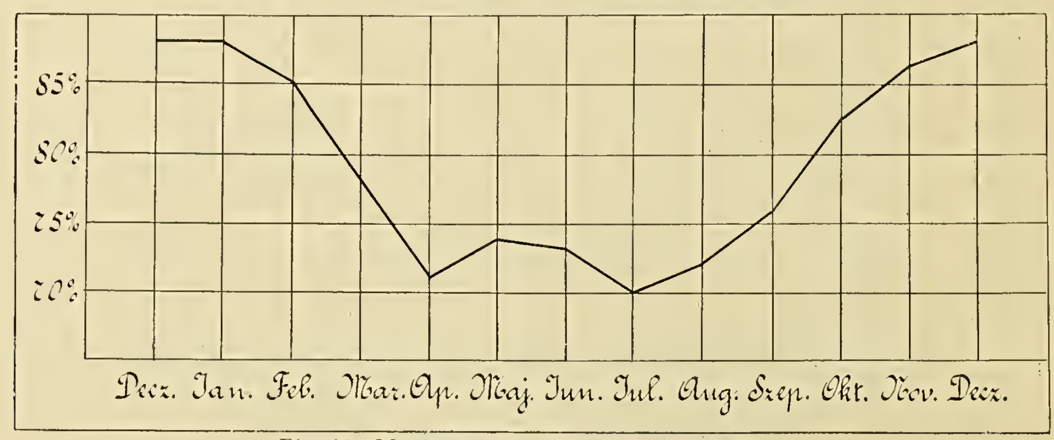


Fig. 68. Mittlere relative Feuchtigkeit in Pécs.

V. CAPITEL.

Die Bewölkung.

Bei der verhältnissmässig geringen Tagesschwankung der Bewölkung wurde behufs Vorführung der durchschnittlichen Tagesmittel auch die Wiedergabe der Bewölkungsmittel vollauf genügen. Trotzdem notirte ich für die in der Nähe des Balaton befindlichen Stationen aus den Original-Bögen auch die Mittel der einzelnen Registrirstunden, die ich behufs einer getreuen Zeichnung noch mit Pannonhalma vergleichen und erst sodann anführen werde. Zuvor werde ich jedoch die Bewölkungsverhältnisse Transdanubiens nach den durchschnittlichen Tagesmitteln characterisiren und zwar zuerst nach Jahreszeiten und Monaten (Tab. 33 und 34). Die gegenseitige, bis ins Detail gehende Vergleichbarkeit der Daten wird durch den Umstand erschwert, dass bei allen auf Schätzungen beruhenden Aufzeichnungen, der Individualität des Beobachters ein überaus grosser Einfluss zusteht. Die Aufzeichnungen geschahen überall nach der zehngradigen Scala, wo 10 das ganz bewölkte, 0 das ganz wolkenlose Gewölbe bedeutet; die inzwischen fallenden Nummern bedeuten sodann, der wie vielte Theil des Himmelgewölbes bedeckt war. Die genaue Aufzeichnung wird an einigen Orten noch durch den Umstand beeinflusst, dass der Beobachter nicht in der Lage ist, das ganze Firmament überblicken zu können, was besonders zur Sommerszeit die auf Abschätzung beruhenden Notizen stark beeinflusst. Die Daten, aus denen ich die Mittel bildete, stammen aus den einzelnen Stationen aus denselben Jahren, wie die der Luftfeuchtigkeit, beziehentlich die Daten zur Kennzeichnung der Extreme und der Schwankungen der Temperatur.

Tabelle 33. **Die Bewölkung in durchschnittlichen Jahreszeitsmitteln.**

Station	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs
Winter . . .	6·9	5·5	6·6	5·3	6·5	5·0	6·4
Frühling . .	5·8	4·3	5·1	4·6	5·5	4·5	5·2
Sommer . .	4·8	3·7	4·4	3·9	4·1	4·0	3·9
Herbst . . .	5·9	4·7	5·2	4·8	6·0	5·0	5·4
Ganz. Jahr. .	5·8	4·6	5·3	4·7	5·5	4·6	5·2

Für jede Station ist die Bewölkung am grössten im Winter, am kleinsten im Sommer. Allein für Kaposvár ist die niedrige Winterbewölkung auffällig — gegenüber der Bewölkung nämlich, mit der sie im durchschnittlichen Mittel vollkommen übereinstimmt. Im Herbste ist die Bewölkung überall grösser als im Frühling. Im

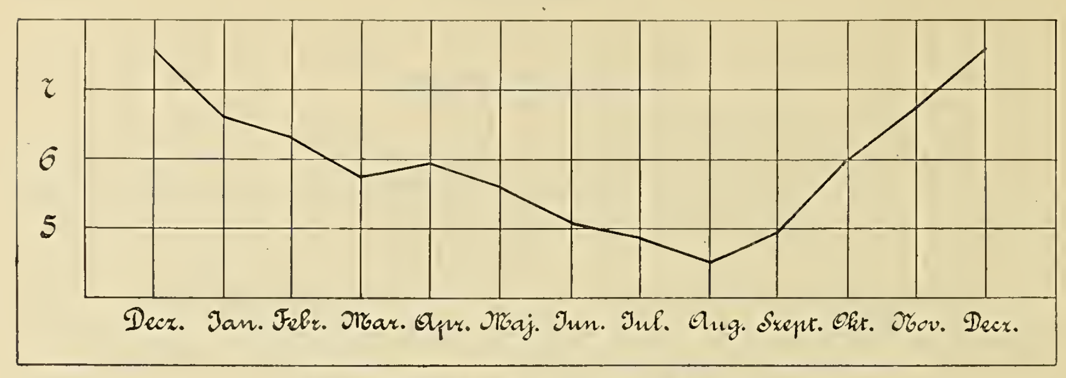


Fig. 69. Mittlere Bewölkung in Pannonhalma.

durchschnittlichen Jahresmittel ist die Bewölkung am grössten in Pannonhalma dieser Station folgt Nagy-Kanizsa; Balaton-Füred und Pécs stehen in der Mitte. Városhidvég, Keszthely und Kaposvár stimmen mit minimalen Bewölkungen mit einander vollständig überein. Die Winterbewölkung ist am grössten in Pannonhalma, am kleinsten in Városhidvég und Kaposvár. Die Sommerbewölkung ist am kleinsten in Keszthely, diesem folgen Városhidvég und Pécs, am grössten ist dieselbe

Tabelle 34. **Die Bewölkung in durchschnittlichen Monatsmittel.**

Station	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Pécs
Dezember . .	7·6	5·8	6·7	6·4	7·1	5·7	6·8
Januar .	6·7	5·6	6·8	5·0	6·5	4·7	6·6
Februar . .	6·4	5·1	6·4	4·4	6·0	4·6	5·9
März	5·8	4·4	5·5	4·5	5·3	4·4	5·5
April	5·7	4·4	4·7	5·0	5·8	4·9	5·4
Mai	5.7	4·2	5·0	4·4	5·4	4·1	4·8
Juni	5·1	4·0	5·3	4·5	4·5	4·4	4·4
Juli	4·9	3·6	4·3	3·8	4·0	3·6	3·8
August . . .	4·4	3·5	3·7	3·5	3·9	3·9	3·6
September . .	4·9	3·5	4·1	4·0	5·0	4·3	4·1
Oktober . .	6·0	4·8	5·3	5·0	6·1	5·5	5·5
November .	6·7	5.9	6·3	5·5	6·9	5·3	6·7

in Pannonhalma und Balaton-Füred. Das durchschnittliche Jahresmittel stimmt mit dem Frühjahrsmittel entweder vollständig überein, oder steht demselben doch jedenfalls sehr nahe.

In der monatlichen Vertheilung der Bewölkung fällt das Maximum auf den Dezember mit Ausnahme der einen Station Balaton-Füred, wo die Jänneraufzeichnungen ein um 0·1 grösseres Mittel ergaben als die des Dezembers. Das Minimum fällt für alle Stationen auf den August, nur für Kaposvár auf den Juli. Von Minimum zum Maximum, also vom August, beziehentlich für Kaposvár vom Juli bis Dezember — für Balaton-Füred bis Januar — ist die Bewölkung fortwährend im Steigen begriffen. Das Abfallen vom Maximum zum Minimum ist nur für Keszthely und Pécs ein stetiges, während dasselbe in den anderen Stationen mit einzwei Rücksprüngen vor sich geht.

Den in monatlichen Bewölkungsmitteln ausgedrückten jährlichen Gang führen uns die Figuren 69—75 vor Augen.

Die mittlere Bewölkung zeigen uns für die einzelnen Registrirstunden in den einzelnen Jahreszeiten und Monaten die Tabellen 35, 36.

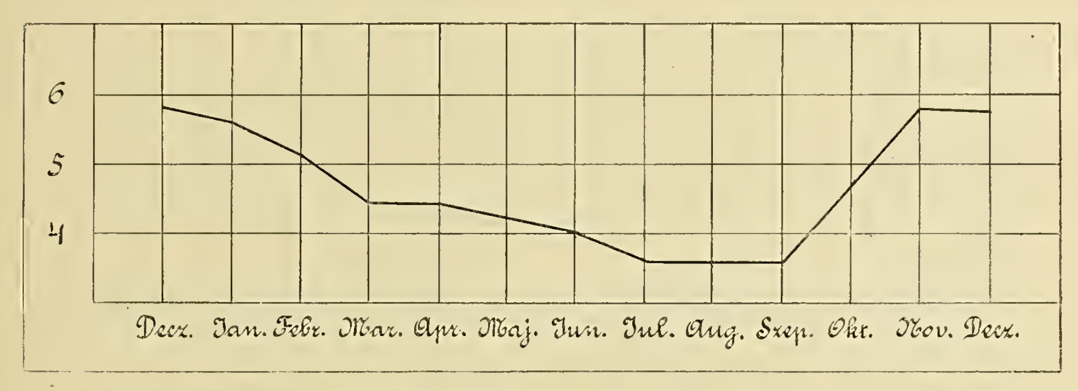


Fig. 70. Mittlere Bewölkung in Keszthely.

Aus der Vertheilung der Bewölkung auf das ganze Jahr ist für die einzelnen Registrirstunden ersichtlich, dass das grösste Jahresmittel für alle Stationen 2 pm, das kleinste 9 pm observirt wurde.

Nach einzelnen Jahreszeiten betrachtet, wird ersichtlich, dass im Winter maximale Bewölkung um 7 am, minimale um 9 pm herrscht. Im Sommer ist die Bewölkung um 2 pm maximal um 9 pm minimal mit Ausnahme Pannonhalma's, wo die minimale Bewölkung auf 7 am fällt. Der Herbst schliesst sich mit Ausnahme Pannonhalma's an den Winter-, der Frühling an den Sommertypus an. In Keszthely und Balaton-Füred überschreitet die Differenz zwischen der Bewölkung niemals eine Einheit. In Balaton-Füred und Városhidvég ist sie zu jeder Jahreszeit grösser als 1. Dasselbe Verhältniss besteht auch zwischen den jährlichen Mitteln.

Der winterliche Typus, d. i. maximale Bewölkung um 7 am, minimale 9 pm erstreckt sich in Pannonhalma und Városhidvég vom November bis Februar, in Keszthely vom October bis März, in Balaton-Füred vom September bis März. An diesen beiden letzteren Stationen gehören daher entweder zwei oder gar alle drei Monate, und vom Frühjahr ein Monat den Wintertypus an. In Balaton-Füred und Városhidvég ist in den anderen Monaten 2 pm maximale, 9 pm minimale Bewöl-

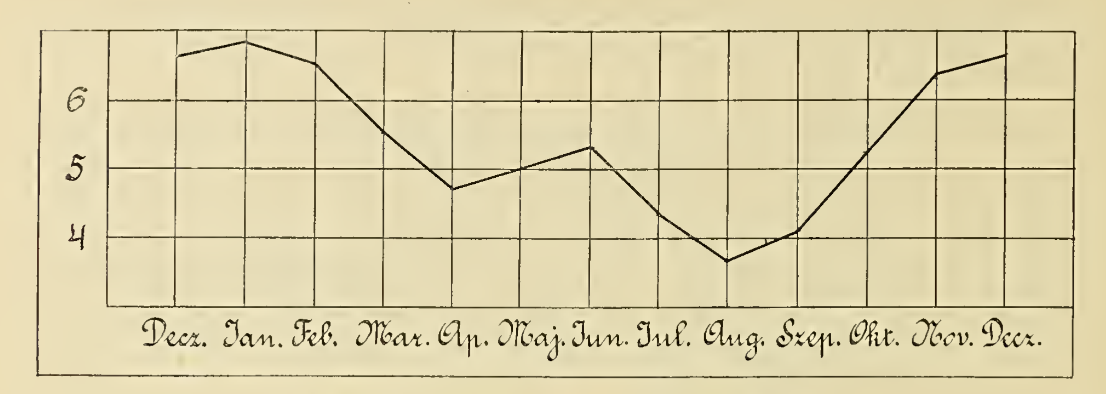


Fig. 71. Mittlere Bewölkung in Balaton-Füred.

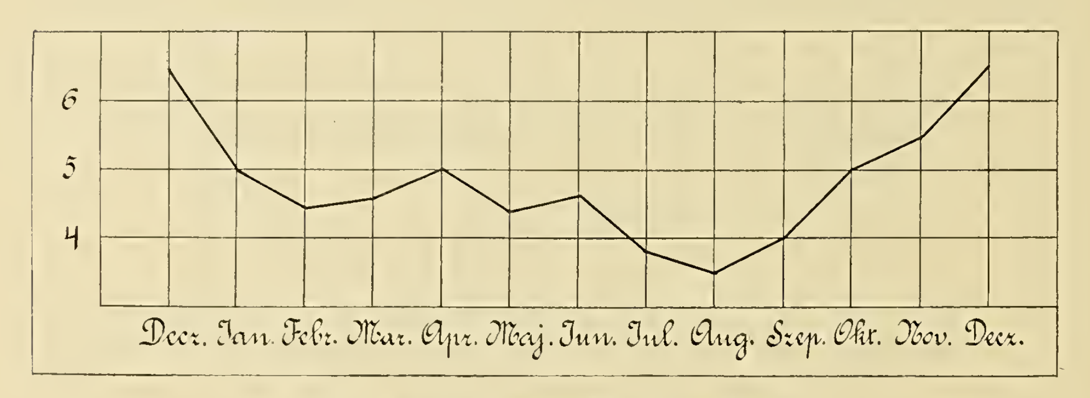


Fig. 72. Mittlere Bewölkung in Város-Hidvég.

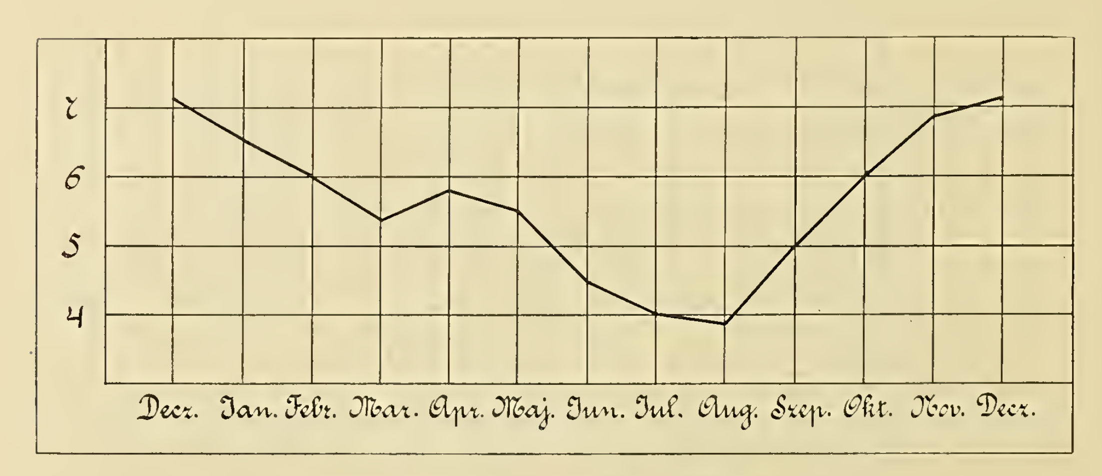


Fig. 73. Mittlere Bewölkung in Nagy-Kanizsa.

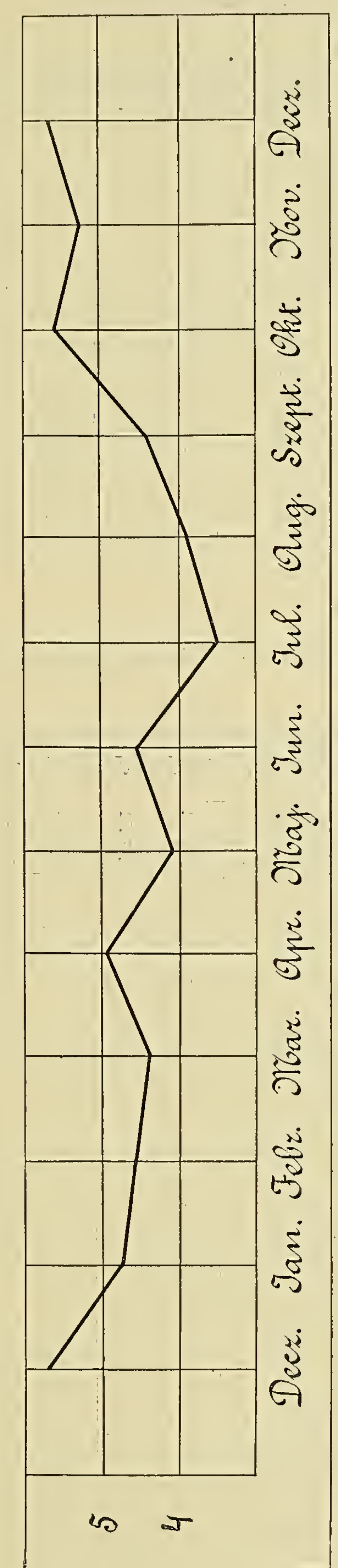


Fig. 74. Mittlere Bewölkung in Kaposvár.

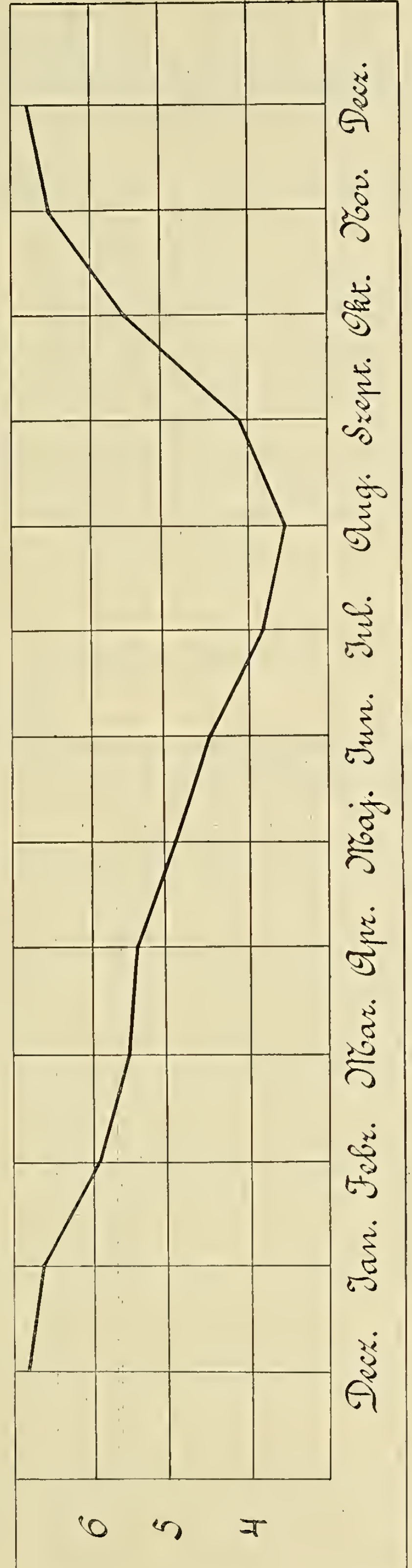


Fig. 75. Mittlere Bewölkung in Pécs.

Tabelle 35. **Mittlere Bewölkung der einzelnen Registrirstunden nach Jahreszeiten.**

Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
Jahreszeit	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm
Winter	7·1	6·9	6·7	6·1	5·3	5·1	7·4	6·6	5·8	5·9	5·7	4·4
Frühling	5·8	6·2	5·4	4·5	4·6	3·9	5·4	5·8	4·0	4·8	5·2	4·0
Sommer	4·5	5·2	4·7	3·6	4·1	3·5	4·4	5·2	3·5	4·2	4·6	3·0
Herbst	6·0	6·2	5·4	5·0	4·9	4·3	5·7	5·5	4·4	5·3	5·3	3·9
Ganz.Jahr	5·8	6·1	5·5	4·8	4·7	4·2	5·7	5·8	4·4	5·0	5·2	3·8

Tabelle 36. **Die mittlere Bewölkung der einzelnen Registrirstunden nach Monaten.**

Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
Monat	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm	7 am	2 pm	9 pm
Dezemb.	7·8	7·5	7·5	6·7	5·5	5·3	7·5	6·9	5·7	6·7	6·7	5·8
Januar	6·9	6·6	6·5	6·1	5·4	5·2	7·5	6·6	6·2	5·6	5·5	3·9
Februar	6·5	6·5	6·2	5·5	5·0	4·7	7·3	6·4	5·4	5·0	4·8	3·4
März	6·0	6·1	5·4	4·7	4·5	3·9	6·2	5·9	4·4	4·6	5·0	3·8
April	5·9	6·3	5·4	4·5	4·7	4·1	5·1	5·7	3.4	5·1	5·3	4·7
Mai	5·5	6·2	5·4	4·2	4·6	3·8	4·9	5·8	4·2	4·6	5·2	3·4
Juni	4·9	5·4	5·0	3·9	4·3	3·9	5·1	5·9	4·5	4·8	5·2	3·6
Juli	4·5	5·4	4·7	3·4	4·1	3·4	4·3	5·3	3·3	4·0	4·5	2·9
August	4·1	4·9	4·3	3·4	3·9	3·9	3·9	4·5	2·8	3·7	4·1	2·6
Sept.	5·0	5·4	4·2	3·7	4·0	2·9	4·6	4·5	2·8	4·7	4·7	2·7
Oktober	6·1	6·4	5·5	5·1	4·9	4·4	5·7	5·4	4·7	5·4	5·5	4·2
November	6·9	6·9	6·4	6·3	5·9	5·6	6·8	6.7	5·8	5·9	5·8	4·8

kung anzutreffen. Dasselbe gilt für Pannonhalma und Keszthely bezüglich derjenigen Monate des Herbstes und Frühjahr's, die nicht zum Wintertypus gehören, während sich in den Sommermonaten ein entschiedener Sommertypus entwickelt mit einer maximalen Bewölkung 2 pm und minimalen 7 am.

VI. CAPITEL.

Der Niederschlag.

Der Balaton spielt in Transdanubien vermöge der Grösse seiner verdunstenden Oberfläche zweifelsohne eine bedeutende Rolle. Die Wassermenge, die aus dem Balaton von Tag zu Tag aufsteigt und sich in Anbetracht der Windrichtungen in alle Gegenden Transdanubiens verbreitet, ist auf jeden Fall geeignet, die an einigen Orten sonst geringeren Niederschlagsmengen zu vermehren. Nach welcher Richtung hin sich die Einwirkung des Balaton auf diesem Gebiete am besten bemerkbar macht, darüber kann leider wegen Mangel hierauf bezüglicher Aufzeichnungen keine sichere Antwort ertheilt werden. Hätte man jedoch auch über Transdanubien vom Balaton ausgehende, nach jeder Richtung hin dichte und vollständig vertrauenswürdige Daten, von woher die einzelnen Gegenden ihre Niederschläge erhalten, die Frage über den Einfluss des Balaton wäre es auch dann schwer zu beantworten.

Anderwärtige Einflüsse auszuschliessen und die Grösse einer einzigen, aus einer bestimmten Richtung herkommenden Einwirkung zu demonstriren ist eigentlich eine ganz unmögliche Aufgabe, besonders wenn man in Betracht zieht, dass Transdanubien von seinen Grenzflüssen und auch den das transdanubianische Gebiet zahlreich durchschneidenden Flüssen und Bächen ziemlich grosse Dunstmengen erhält, ganz abgesehen von der durch den Boden und die Vegetation gelieferten grösseren Dunstmenge und davon, dass diese local entstandenen Dunstmengen entweder durch Zuströmung vermehrt oder durch Winde an andere Orte vertrieben werden können. Andererseits ist es auch schwer, die Frage zu entscheiden, wann für eine gewisse in der Luft enthaltene Dunstmenge die Möglichkeit der Verdichtung gegeben wird, d. i. die Möglichkeit, dass dieselbe die Form eines Niederschlages annimmt. Betrachtet man die Temperaturverhältnisse, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass südlich vom Balaton die zur Entstehung von Niederschlägen erforderliche Abkühlung viel seltener ist, da hier die Dunstmenge im Allgemeinen an wärmere Orte geräth, während z. B. nach Nord oder Südwest-West und südöstlich nach Szálka zu die Möglichkeit, dass die Dunstmengen, die nach dieser Richtung hin gelangen, von einem wärmeren Orte an einen kühleren gekommen sind, des Oefteren geboten ist. Aus den Windrichtungen und der Temperatur kann ich daher ganz im Allgemeinen folgern, dass der Balaton den grössten Theil seiner Niederschläge nach Südwest und West schickt.

An dieser Stelle ist es also nicht mein Zweck, eine derartige Einwirkung des Balaton vorzuweisen, sondern bloss auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Daten zu demonstriren, wie sich für die Umgebung des Balaton die Niederschlagsverhältnisse gestalten, und in welchem Verhältnisse diese Gegend zu den anderen Theilen Transdanubiens steht.

Die Wichtigkeit des Niederschlages, als climatorischer Factor, erfordert, dass wir denselben sowohl der Quantität als auch der Häufigkeit nach eingehend verhandeln. Die jährliche oder monatliche Vertheilung des Niederschlages verräth nur ganz wenige characteristische Daten über die in dieser Hinsicht günstigen oder ungünstigen Verhältnisse eines Ortes. Bei gleichen Niederschlagsmengen kann das Clima des einen Ortes trocken, des andern nass sein, je nachdem wie oft und wie grosse Niederschläge an den betreffenden Orten vorkamen. Bei starken aber seltenen Niederschlägen kann das Clima eines Ortes trocken sein, und der in grossen Quantitäten aber rasch herniederfallende Niederschlag brachte auch seinerzeit nur weniger, oder doch nur überaus kurz andauernden Nutzen für das organische Leben der Gegend, weil nur ein ganz kleiner Theil desselben in die Erde eindrang und der grösste Theil rasch abfloss. Eben für die Flora einer Gegend besitzt auch noch der Umstand Wichtigkeit, in welche Jahreszeit viele an Niederschlägen reiche Tage fallen. Ob in das Frühjahr oder vom Frühjahre bis zum Spätherbst, zu welcher Zeit die Flora dessen am meisten bedarf, oder in den Spätherbst oder in den Winter, da die Pflanzenwelt desselben weniger bedarf? Dabei muss auch die besondere Wichtigkeit noch eines Umstandes hervorgehoben werden, nemlich dessen, in welchem Verhältniss sowohl die jährlichen, wie auch die monatlichen factischen Niederschlagsverhältnisse eines Jahres zu der aus mehreren Jahren berechneten sogenannten Niederschlagsquantität stehen. Ob die Niederschlagsquantitäten der einzelnen Jahre, oder die der einzelnen Monate von Jahr zu Jahr gleich nahe dem Mittel stehen, oder sowohl nach der Plus- wie auch nach der Minus-Richtung hin grosse Abweichungen zeigen? Auch dies ist eine wichtige Frage, denn eine von Jahr zu Jahr, zu gewissen Zeiten andauernd zurückkehrende, obwohl kleinere Niederschlagsquantität, bedeutet eine viel günstigere Lage, als, ganz einerlei, ob nach der Plus- oder nach der Minus-Richtung hin, in einen excessiven Character hin entartende Niederschlagsverhältnisse, die sodann im Mittel mehrerer Jahre dennoch verhältnissmässig grosse Niederschlagsverhältnisse aufweisen.

Indem ich mir alle die berührten Fragen vor Augen hielt, fand ich mich dazu bewogen, behufs genauer Vorführung der Niederschlagsverhältnisse des Balaton, dieselben nicht nur durch Behandlung der gebräuchlichen mittleren Niederschlagsmengen, Extreme und Niederschlagsdichtigkeit, sondern auch für alle meine Stationen die sogenannte Niederschlagshäufigkeit oder Wahrscheinlichkeit in zweierlei Formen zu berechnen. Die eine derselben wird darauf Antwort geben, wie oft und wie grosse Niederschläge binnen einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Orte niedergehen, und die andere darauf, ein wie grosser Niederschlag gleichfalls binnen einer bestimmten Zeit an den Niederschlagstagen fallen wird. Diese letztere Zahl wird uns ein sicheres Bild dessen geben, was man früher bloss durch die Niederschlagsdichte angeben wollte.

Dieses Capitel wird also in zwei Theile zerfallen: a) die Niederschlagsmenge und b) die Häufigkeit des Niederschlages.

a) Niederschlagsmenge.

Wenn man von vergleichenden climatologischen Werken im Allgemeinen zu fordern pflegt, dass die Vergleichung auf Grund von gleicher Anzahl und aus denselben Jahren stammenden Aufzeichnungen geschehe, um wieviel muss dies erst bei der Verhandlung der Niederschlagsverhältnisse gefordert werden? Wäh-

rend jedoch bei anderen wichtigen climatologischen Factoren, wenn die Aufzeichnungen auch nicht aus der gleichen Anzahl von Jahren herrühren, durch die sogenannte Reduction diesem Mangel oft schon aus den Aufzeichnungen von nur ganz wenig Jahren mit ziemlich annähernder Pünctlichkeit abgeholfen werden kann: steht uns diese Methode bei den Niederschlagsverhältnissen nicht zur Verfügung. Die Niederschlagsverhältnisse hängen nämlich derart von den localen Umständen ab, und die Niederschlagsverhältnisse zweier zu einander ganz nahe stehender Orte sind oft derart abweichend, dass man durch die Reduction, anstatt die Vergleichung zu erleichtern, das Material nur verschlechtern würde.

Da nun die localen Verhältnisse auf den Niederschlag einen derart grossen Einfluss ausüben, und die Niederschlagsmenge oft an zu einander nahe stehenden Orten recht stark oder doch genug stark wahrnehmbar ist, und auf Grund dieses Umstandes die Reduction auf gleiche Perioden ausgeschlossen erscheint, und da es andererseits wieder eben aus denselben Gründen unentbehrlich nothwendig ist, dass behufs genauer Registrirung der Niederschlagsverhältnisse des Balaton die Aufzeichnung möglichst vieler Stationen zur Verfügung stehen müssen: will ich hier die Daten aller meiner Stationen benützen, und zwar derart, dass ich die von dort erhaltenen Niederschlagsmengen mit den aus Balaton-Füred und Keszthely aus demselben Jahre erhaltenen Niederschlagsmengen in Vergleich stellen werde. Desselben Verfahrens werde ich mich auch an denjenigen Stationen bedienen, wo nur seit 1891 oder 1893 notirt wurde.

Die Daten der übrigen Stationen schöpfte ich aus den schon öfter bezeichneten Jahren. Geschieht nun derart die Vergleichung auch nicht auf Grund von Daten, die aus derselben Reihe von Jahren stammen, so wird doch die Vertrauenswürdigkeit derselben durch zwei Umstände vermehrt, dass sich Notizen, die aus weniger als zehn Jahren stammen, darunter überhaupt nicht befinden (Balaton-Füred 9 Jahre) und die Daten insgesammt aus Jahren herrühren, die zwischen die Jahre 1874—1893 fallen. Nimmt man dies in Betracht, so kann die Vergleichbarkeit für sicher, oder wenigstens vollkommen vertrauenswürdig angenommen werden, jedoch mit der Reservation, dass die Beobachtungsmethode — die hier des Eingehenderen zu behandeln nicht die Stelle ist — schon an und für sich nur bis auf 1—2 Millimeter genau ist.

Auch hier werde ich die Niederschlagsmengen zuerst in der Vertheilung derselben nach Jahreszeiten und Jahren, und erst sodann nach Monaten anführen (Tab. 37, 38, 39). Die Tabellen stellte ich derart zusammen, dass sich derselben angefügt die in Percenten ausgedrückte Niederschlagsmenge befindet, wodurch die Daten der einzelnen Orte auch unmittelbar unter einander vergleichbar werden.

Die jährliche Niederschlagsmenge ist am grössten in Pécs, am kleinsten in Városhidvég. Der Unterschied zwischen denselben beläuft sich auf 280 mm. Unter 600 mm. bleiben Városhidvég, Balaton-Füred und Pannonhalma; unter 700 mm. Keszthely, Kaposvár und Zala-Egerszeg; Szálka erreicht eben die 700 mm.; über 800 mm. befinden sich Nagy-Kanizsa und Pécs. Mit anderen Worten ausgedrückt: der Niederschlag ist am geringsten nördlich vom Balaton; in der südöstlichen Hälfte desselben und nahe zu demselben auch in südlicher Richtung; grösser ist er in der westlichen und südwestlichen Hälfte desselben und in den vom Balaton nach Westen oder Südwesten fallenden Gegenden; in der südöstlichen Hälfte Transdanubiens und in Pécs sind grosse Niederschlagsmengen aufzufinden.

Was die Vertheilung nach Jahreszeiten anbetrifft, so fällt das Minimum des Niederschlages für alle Stationen auf den Winter; das Maximum, mit Ausnahme von Balaton-Füred auf den Sommer. Szálka und Pécs zeigen in dieser Hinsicht das gleiche Verhältniss mit beinahe gleichen Frühlings- und Herbst-Niederschlägen. Beinahe ganz gleiche Niederschlagsquantitäten im Frühling und Herbst besitzen noch Balaton-Füred und Pannonhalma. Balaton-Füred nimmt im Gegensatze zu den anderen Orten durch sein Herbst-Maximum und der grossen Niederschlagsmenge im Frühling eine Ausnahmestellung ein. Die sommerliche Niederschlagsmenge steht hier nur an dritter Stelle. Uebrigens sind für diese Station Frühling, Sommer und Herbst durch beinahe ganz gleiche Niederschlagsmengen characterisirt.

Tab. 37. **Die Niederschlagsmenge in der Vertheilung nach Jahreszeiten und %-en.**

Station	Pannonhalm	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Zala-Egerszeg	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Szálka	Pécs
Winter .	113	86	87	73	112	118	91	111	123
Frühling .	150	168	162	133	178	190	184	188	240
Sommer .	170	211	159	187	207	250	216	219	252
Herbst .	166	192	168	174	201	242	202	186	241
Ganz. Jahr	599	657	576	567	696	800	693	704	856
Winter %	18·8	13·1	15·1	12·9	15·8	14·8	13·1	15·7	14·3
Frühling .	25·1	25·5	28·2	23·1	25·6	23·8	26·6	26·8	28·0
Sommer .	28·4	32·1	27·6	33·0	29·7	31·2	31·2	31·1	29·4
Herbst .	27·6	29·3	29·1	30·9	28·8	30·2	29·2	26·4	28·2

Der percentuellen Vertheilung nach besitzen das am stärksten ausgeprägte Sommer-Maximum Városhidvég und Keszthely, das am wenigsten ausgeprägte Pannonhalma, Pécs und Zala-Egerszeg, Das am decidirtesten entwickelte Winter-Minimum findet sich in Városhidvég, Keszthely und Kaposvár, das am wenigsten entwickelte in Pannonhalma.

In diesen Theilen Transdanubiens findet sich daher ein bestimmt umschrie-

Tabelle 38. **Monatliche Vertheilung der Niederschlagsmenge.**

Station	Pannon-halma		Keszt-hely		Balaton-Füred		Város-hidvég		Zala-Egerszeg		Nagy-Kanizsa		Kaposvár		Szálka		Pécs	
Monat	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%
Dezember	50	8·3	38	5·8	32	5·6	30	5·3	39	5·6	63	7·9	39	5·6	48	6·8	51	6·0
Januar	32	5·3	23	3·5	30	5·2	25	4·4	49	7·0	24	3·0	31	4·5	39	5·5	39	4·5
Februar	31	5·2	25	3·8	25	4·3	18	3·2	22	3·2	31	3·9	21	3·0	24	3·4	33	3·8
März	42	7·1	37	5·6	38	6·6	26	4·6	47	6·8	35	4·4	44	6·3	45	6·4	56	6·5
April	50	8·3	60	9·1	58	10·1	53	9·2	70	10·1	70	8·8	63	9·1	70	10·0	81	9·4
Mai	58	9·7	71	10·8	66	11·5	54	9·3	61	8·7	85	10·6	77	11·1	73	10·4	*103*	*12·1*
Juni	52	8·7	71	10·8	64	11·1	*75*	*13·2*	*81*	*11·6*	76	9·5	66	9·5	*83*	*11·8*	91	10·6
Juli	55	9·2	72	10·9	38	6·6	47	8·3	51	7·3	94	11·7	66	9·5	64	9·1	82	9·6
August	*63*	*10·5*	68	10·4	57	9·9	65	11·5	75	10·8	80	10·0	*84*	*12·1*	72	10·2	79	9·2
September	55	9·1	57	8·7	51	8·8	67	11·9	61	8·7	74	9·2	71	10·2	58	8·2	69	8·1
October	59	9·8	*78*	*11·9*	*72*	*12·5*	67	11·9	79	11·4	*97*	*12·1*	81	11·7	70	10·0	99	11·6
November	52	8·7	57	8·7	45	7·8	40	7·1	61	8·7	71	8·9	50	7·2	58	8·2	73	8·5

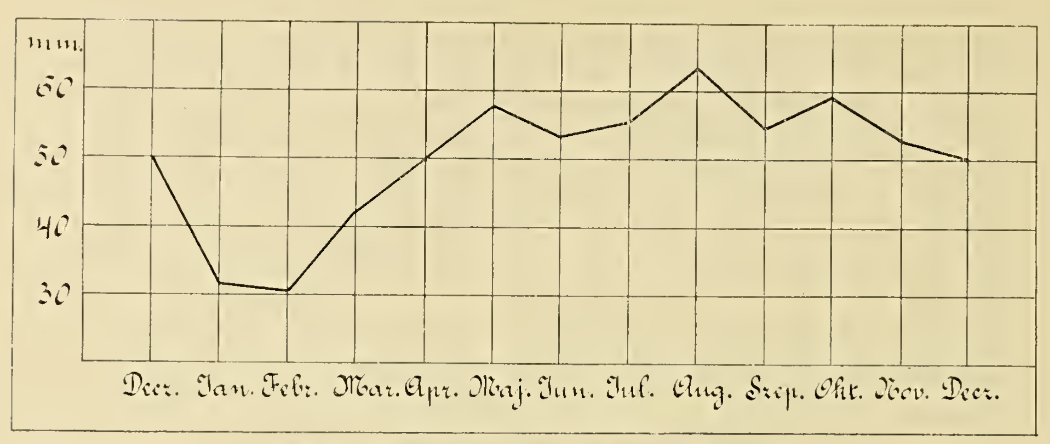


Fig. 76. Niederschlagsmenge in Pannonhalma.

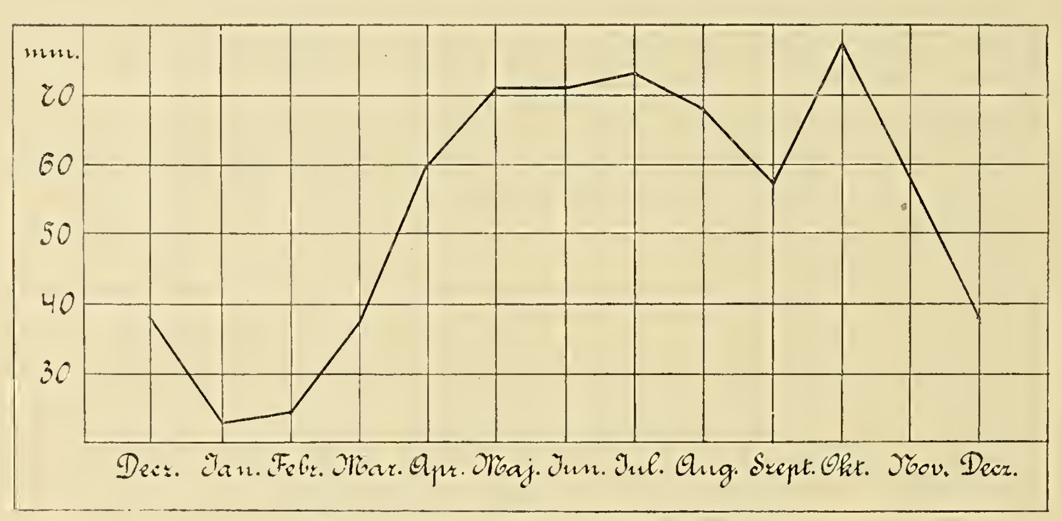


Fig. 77. Niederschlagsmenge in Keszthely.



Fig. 78. Niederschlagsmenge in Balaton-Füred.



Fig. 79. Niederschlagsmenge in Város-Hidvég.

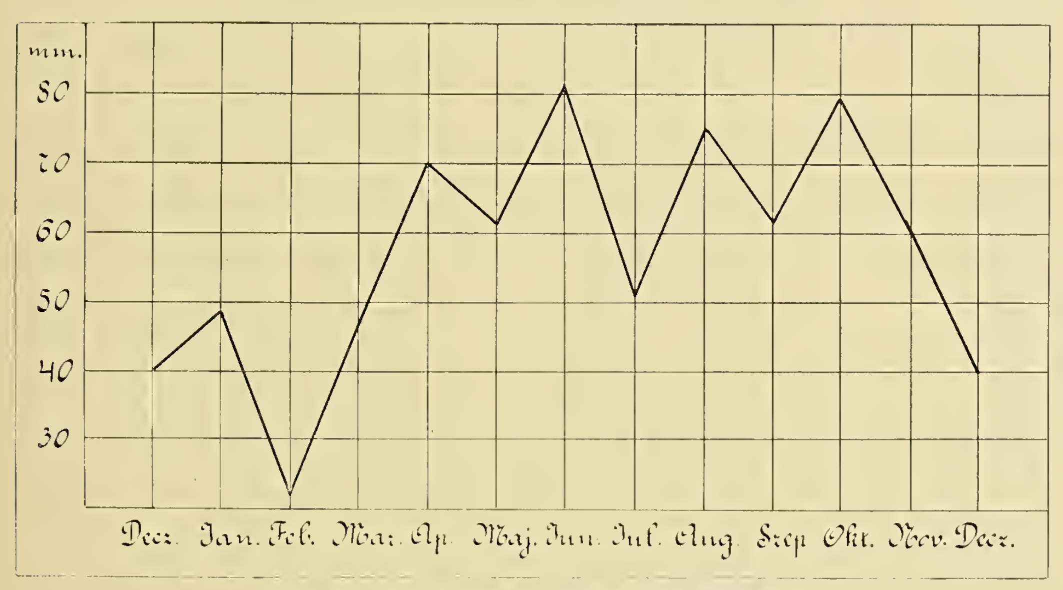


Fig. 80. Niederschlagsmenge in Zala-Egerszeg.

bener maximaler Sommerniederschlag, obwohl — das in Balaton-Füred auftretende Herbstmaximum bei Seite gelassen — dasselbe der herbstlichen Niederschlagsmenge überall recht nahe steht. Die herbstliche Niederschlagsmenge steht mit Ausnahme von Pécs und Szálka der sommerlichen Niederschlagsmenge viel näher als der Frühlingsniederschlag dem des Herbstes.

Unter den neben einander stehenden Jahreszeiten besteht der grösste Unterschied zwischen den Niederschlagsmengen des Winters und Sommers, was darauf hinzeigt, dass wir es überall mit wirklich stark entwickelten winterlich minimalen Niederschlagsmengen zu thun haben.

Der jährliche Gang der Niederschlagsmengen findet sich in den Figuren 76—84 dargestellt.

Im Gegensatze zu dem gleichförmig entwickelten sommerlichen Maximum, das zu beobachten wir bei der Vertheilung des Niederschlages in den einzelnen Jahreszeiten die Gelegenheit fanden, erhält man bei der monatlichen Vertheilung den Ort des Maximums betreffend ein überaus abwechslungsvolles Bild. Von neun Stationen gibt es fünf solche, wo das Maximum auf irgend einen der Sommermonate fehlt, und zwar in Városhidvég, Zala-Egerszeg und Szálka auf den Juni,

Tabelle 39. **Mittleres monatliches Maximum der auf einmal gefallenen Niederschläge.**

Station	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Szálka	Pécs
Dezember . . .	16	13	9	11	20	12	16	19
Januar	11	7	10	7	8	9	11	12
Februar	10	9	11	8	11	7	10	14
März	17	13	14	9	11	15	25	19
April	16	20	21	17	21	16	21	25
Mai	19	23	22	17	24	24	21	27
Juni	18	24	23	*29*	30	20	24	29
Juli	22	21	12	17	*32*	21	*25*	25
August	*24*	24	25	23	27	26	24	30
September . . .	22	22	22	28	24	*28*	*25*	26
October . . .	22	*25*	*30*	20	29	21	24	*31*
November . . .	17	17	13	13	19	14	18	21
Im ganzen Jahre .	18	18	18	16	21	18	20	23

in Pannonhalma und Kaposvár auf den August, also bald auf den Anfang, bald auf das Ende des Sommers. In Keszthely, Balaton-Füred und Nagy-Kanizsa fällt das Maximum auf den October und nur in dem in dieser Hinsicht alleinstehenden Pécs fällt dasselbe auf Mai. An denjenigen Stationen, wo das Maximum nicht auf den October fällt, ist in diesem Monat mit Ausnahme von Szálka noch ein Maximum zu finden.

Wo das Hauptmaximum auf den October fällt, dort ist das zweite Maximum im Juli (Keszthely, Nagy-Kanizsa) oder im Mai zu finden (Balaton-Füred). Das am

bestimmtesten umschriebene Hauptmaximum besitzt Városhidvég, das am wenigsten entwickelte Zala-Egerszeg, Szálka und Pannonhalma. Die minimale Niederschlagsmenge fällt in Keszthely und Nagy-Kanizsa auf den Januar, an den übrigen Orten auf den Februar. Das Minimum ist also im Gegensatze zum Maximum viel mehr an die gleiche Zeit gebunden, indem dasselbe immerdar auf einen Wintermonat und am meisten auf den März fällt. Unter den Sommermonaten ist der an Niederschlägen reichste Monat der Mai (in Zala-Egerszeg der April), unter den Herbstmonaten der October; am geringsten ist die Niederschlagsmenge dort im März, hier im November (in Pécs im September). Von den Wintermonaten besitzt der Dezember die reichsten Niederschläge. Auf die Sommermonate sind die Niederschläge ziemlich gleichmässig vertheilt, nur in Balaton-Füred und in Városhidvég finden sich im Juli verhältnissmässig geringe Niederschläge.

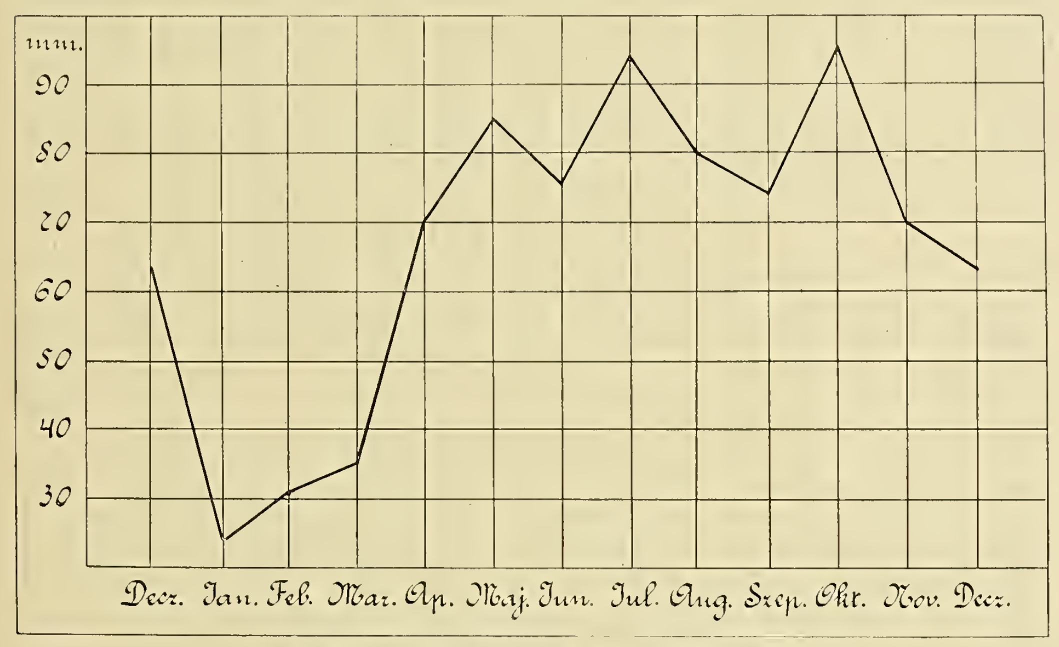


Fig. 81. Niederschlagsmenge in Nagy-Kanizsa.

Im Allgemeinen lässt sich über die gesammten Stationen der Satz aufstellen, dass die Monate vom November bis März niederschlagarm, die Monate vom April bis October niederschlagreich sind.

Ein stetiges Anwachsen vom Minimum zum Maximum, oder ein gleiches Abfallen der Niederschlagsmengen lässt sich im Allgemeinen nicht nachweisen. Soviel kann ich jedoch bemerken, dass an denjenigen Orten, wo das Maximum auf den October fällt, vom Maximum zum Minimum ein continuirliches Fallen stattfindet.

In nebenstehender Tabelle fasste ich die Mittel der auf einmal in einem Zuge gefallenen grössten Niederschläge zusammen.

Betrachtet man die Jahresmittel, so ersieht man, dass in einem Zuge andauernde grösste Niederschläge in Pécs, die kleinsten in Városhidvég vorkommen. Von den einzelnen Monaten fällt das Maximum in den Sommer oder Herbst, und zwar für Város-Hidvég in den Juni, für Nagy-Kanizsa und Szálka in den

Tabelle 40. **Mittlere Anzahl der Niederschlags-Tage.**

Station	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Zala-Egerszeg	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Szálka	Pécs
Dezember .	10	8	6	6	9	11	7	8	8
Januar . .	7	7	7	4	11	9	7	7	8
Februar . .	7	7	5	3	6	8	5	4	6
März . . .	10	9	7	6	9	11	8	7	10
April . . .	10	10	7	7	10	13	10	9	10
Mai . . .	*11*	*12*	*8*	7	11	*13*	*10*	10	*10*
Juni . . .	10	11	7	7	*12*	12	10	*11*	10
Juli . . .	10	10	6	6	9	11	9	8	8
August . .	9	8	6	6	9	9	9	8	7
September .	8	8	5	6	8	11	7	7	8
October .	9	11	7	*8*	10	13	10	10	9
November .	9	10	8	6	10	12	8	8	9
Ganzen Jahr	110	111	79	72	114	133	100	97	103

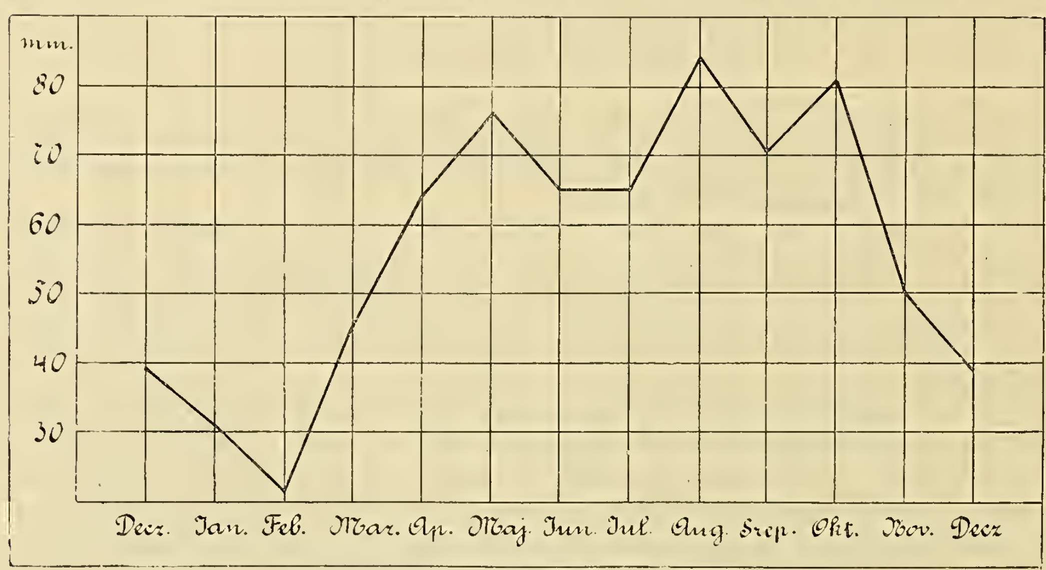


Fig. 82. Niederschlagsmenge in Kaposvár.

September, für Keszthely, Balaton-Füred und Pécs in den October. Das Minimum fällt für Pannonhalma, Kaposvár und Szálka in den Februar, an den anderen Stationen in den Januar.

Im Allgemeinen fällt der grössere Niederschlag auf die sommerlichen, der kleinere auf die Monate winterlichen Characters.

Im Verlaufe des ganzen Jahres fallen die meisten Niederschlagstage auf Nagy-Kanizsa, die wenigsten auf Városhidvég und Balaton-Füred.

Betrachtet man nun bei den einzelnen Stationen die monatliche Vertheilung der Tage mit Niederschläge, so wird man gewahr, dass die meisten Täge mit Niederschlägen nicht zugleich in diejenigen Monate fallen, welche die grössten Niederschlagsmengen aufweisen, sondern zumeist vom April bis in den Juni, am häufigsten mit einen Minimum im Mai. Nur in dem einen Városhidvég fällt das Maximum der Tage mit Niederschlägen in den October, doch fallen die Monate April, Mai und Juni, durch ihre grössere Anzahl von Tagen mit Niederschlägen auch hier auf.

Die längere Erläuterung der beiden obigen Tabellen lasse ich geflissentlich bei Seite, denn über die Verhältnisse, welche diese Tabellen nur dunkel vorführen, werden wir im zweiten Theile dieses Capitels ein detaillirtes und lichtes Bild erhalten, dort nämlich, wo von der sogenannten Niederschlagshäufigkeit oder Niederschlagswahrscheinlichkeit die Rede sein wird.

Im Zusammenhange mit der mittleren Niederschlagsmenge will ich nur noch der absoluten Extreme und Schwankungen Erwähnung thun, und zwar behufs Vorführung des Umstandes, welche in den Jahren unserer Aufzeichnungen die grösste, welche die kleinste Niederschlagsmenge und endlich welche Differenz zwischen beiden bestand.

Sodann werde ich noch die Niederschlagsdichte anführen, d. i. welches Quantum der monatlichen Niederschlagsmittel auf je einen Niederschlagstag entfällt.

In die letzte horizontale Reihe der Tabelle 41 habe ich nun nicht die Mittel der monatlichen Maxima und Minima aufgenommen, sondern die Niederschlagsmengen der die grössten und kleinsten Niederschlägen besitzenden Jahre. Demnach ergab sich die grösste jährliche Schwankung für Pécs, die kleinste für Zala-Egerszeg.

Ob man nun die Extreme und Schwankungen der einzelnen Monate oder der einzelnen Jahre der Untersuchung unterzieht, soviel ist ersichtlich, dass die Differenzen immerdar grosse sind und so gelangt man nach eingehender Besichtigung der auf einander bezogenen mittleren Monats- oder Jahres-Niederschlagsmengen zur Überzeugung, dass sich diese Verhältnisszahlen von einander nicht gar sehr unterscheiden würden. Mit Ausnahme von Nagy-Kanizsa kamen in allen Stationen Monate vor, Januar oder Februar, oder auch alle beide, in denen Niederschläge überhaupt nicht gemessen wurden.

Mich in die weitere Erklärung oder Beschreibung der Tabelle einzulassen, wäre überflüssig, da sich überall dieselbe Abweichung grossen Styles ergibt, was auch dafür zeugt, dass jeder Ort dem Zufalle ausgesetzt ist, dass irgend der eine oder der andere Monat sehr trocken oder an Niederschlägen sehr reich ist.

Insoferne die Niederschlagsdichtigkeit ein Quotient ist, der aus der mittleren Niederschlagsmenge und der Anzahl der Tage mit mittleren Niederschlägen gebildet wird, ist schon im Begriffe desselben die Folgerung enthalten, dass dieselbe desto grösser ist, je kleiner die Zahl der Tage mit Niederschlägen im Vergleich

zur Niederschlagsmenge und desto kleiner, je grösser die Anzahl der Tage mit Niederschlägen im Vergleiche zur Niederschlagsmenge. Hieher kommt den auch, dass Orte mit durchaus abweichenden Niederschlagsverhältnissen, mit gleicher

Tabelle 41. **Absolute Extreme und Schwankungen der Niederschlagsmengen.**

Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég		
Monat	Absolute Extreme		Schwankung	Absol. Extreme		Schwankung	Absol. Extreme		Schwankung	Absol. Extreme		Schwankung
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
Dezember . . .	143	8	135	101	2	99	64	10	54	70	7	63
Januar	116	0	116	67	0	67	74	5	69	74	0	74
Februar	113	0	113	72	2	70	63	0	63	44	0	44
März	86	15	71	128	7	121	79	8	71	62	8	54
April	110	9	101	172	6	166	121	9	112	106	7	99
Mai	102	13	89	130	17	113	99	25	74	110	9	101
Juni	91	11	80	137	29	108	155	17	138	148	18	130
Juli	113	9	104	242	18	224	63	11	52	117	3	114
August	161	22	139	120	18	102	138	19	119	129	19	110
September . . .	154	11	140	129	17	112	96	18	78	232	8	224
October	119	15	104	139	7	132	129	22	122	141	0	141
November . . .	103	15	88	128	6	122	132	6	126	148	7	141
Im ganzen Jahre .	894	470	424	906	531	375	721	436	285	858	477	381

Station	Zala-Egerszeg			Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Szálka		
Dezember . . .	105	7	98	147	22	125	102	15	87	95	10	85
Januar	128	1	127	59	5	54	108	0	108	112	4	108
Februar	53	3	50	107	5	102	82	0	82	48	0	48
März	101	9	92	71	4	67	92	5	87	94	7	87
April	157	7	150	141	10	131	182	18	164	131	14	117
Mai	111	22	89	187	23	164	131	16	115	181	25	156
Juni	142	32	110	126	30	96	116	31	85	195	34	161
Juli	98	26	72	181	52	129	136	11	125	122	3	119
August	124	54	70	131	13	118	127	20	107	149	23	126
September . . .	119	28	91	190	22	168	112	25	87	121	7	114
October . . .	126	27	99	190	17	173	188	43	145	117	4	113
November . . .	117	22	95	135	29	106	99	9	90	172	13	159
Im ganzen Jahre .	737	622	115	986	543	443	891	542	349	839	470	369

Station	Pécs		
Monat	Absolute Extreme		Schwankung
	Max.	Min.	
Dezember . . .	120	7	113
Januar	77	2	75
Februar	120	0	120
März	150	12	138
April	224	12	212
Mai	356	27	329
Juni	197	37	160
Juli	227	7	220
August	182	16	166
September . . .	167	14	153
October . . .	257	30	227
November . . .	182	21	161
Im ganzen Jahre .	1211	558	653

Niederschlagsdichtigkeit fungieren können. So stimmt z. B. in der Tabelle 42 die jährliche Niederschlagsdichtigkeit von Balaton-Füred und Szálka bis auf eine Differenz von 0·1 mit einander überein, da dort (laut Tab. 37 u. 40) einer jährlichen Niederschlagsmenge von 576 mm. 79 Tage mit Niederschlägen, hier einer Niederschlagsmenge von 704 mm. 97 Tage mit Niederschlägen entgegenstehen. Ebenso steht es mit der Niederschlagsdichtigkeit der einzelnen Monate. Daher auch, dass das Maximum

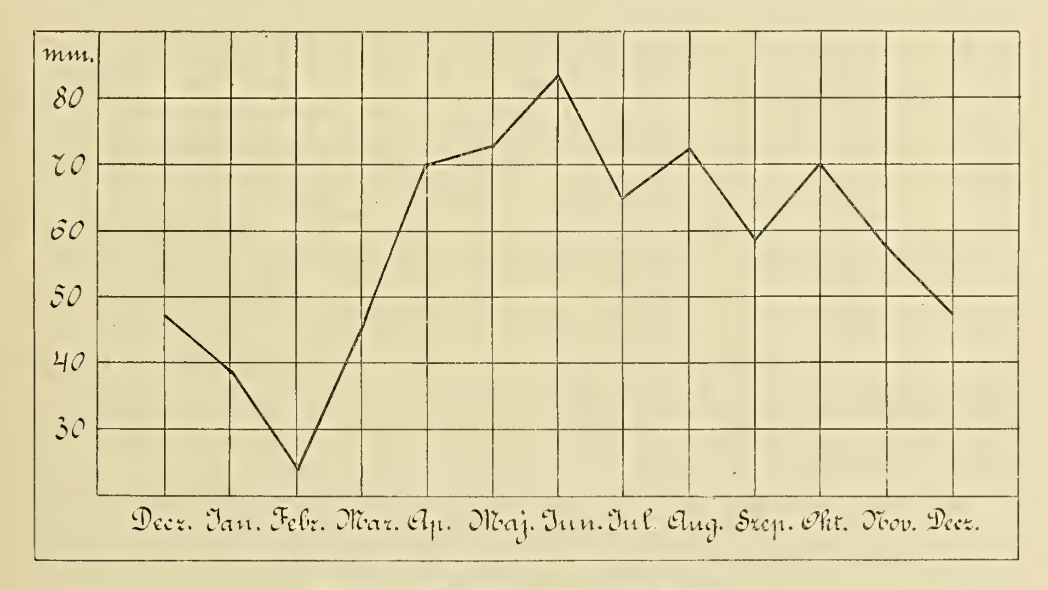


Fig. 83. Niederschlagsmenge in Szálka.

Tabelle 42. Die Niederschlags-Dichtigkeit.

Station	Pannonhalma	Keszthely	Balaton-Füred	Városhidvég	Zala-Egerszeg	Nagy-Kanizsa	Kaposvár	Szálka	Pécs
Dezember .	4·9	4·8	5·3	5·0	4·3	5·7	5·6	6·0	6·4
Januar . .	4·1	3·3	4·3	6·2	4·5	2·7	4·4	5·6	4·9
Februar . .	4·4	3·6	5·0	6·0	3·7	3 9	4·2	6·0	5·5
März . . .	4·2	4·1	5·4	4·3	5·2	3·2	5·5	6 3	5·6
April . . .	5·0	6·0	8·3	7·6	7·0	5·3	6·3	7·8	8·1
Mai . . .	5·2	5·9	8·3	7·7	5·5	6·5	7·7	7·3	10·3
Juni . . .	5·2	6·8	9·2	10·7	6·7	6·3	6·6	7·8	9·1
Juli . . .	*5·3*	7·2	6·3	7·8	5·7	8·5	7·3	8·0	10·2
August . .	6·9	*8·5*	9·5	10·8	*8 3*	*8·9*	9.3	*9·0*	*11·3*
September .	6·6	7·1	10·1	*11·1*	7·6	6·7	*10·1*	8·3	8·6
Oktober .	6·2	7·1	*10·3*	8·4	7·9	7·5	8·1	7·0	11·0
November .	5·8	7·5	5·6	6·6	6·1	5·9	6·2	7·3	8·1
Ganz. Jahr .	5·4	5·9	7·3	7·8	6·1	6·0	6·9	7·2	8·3

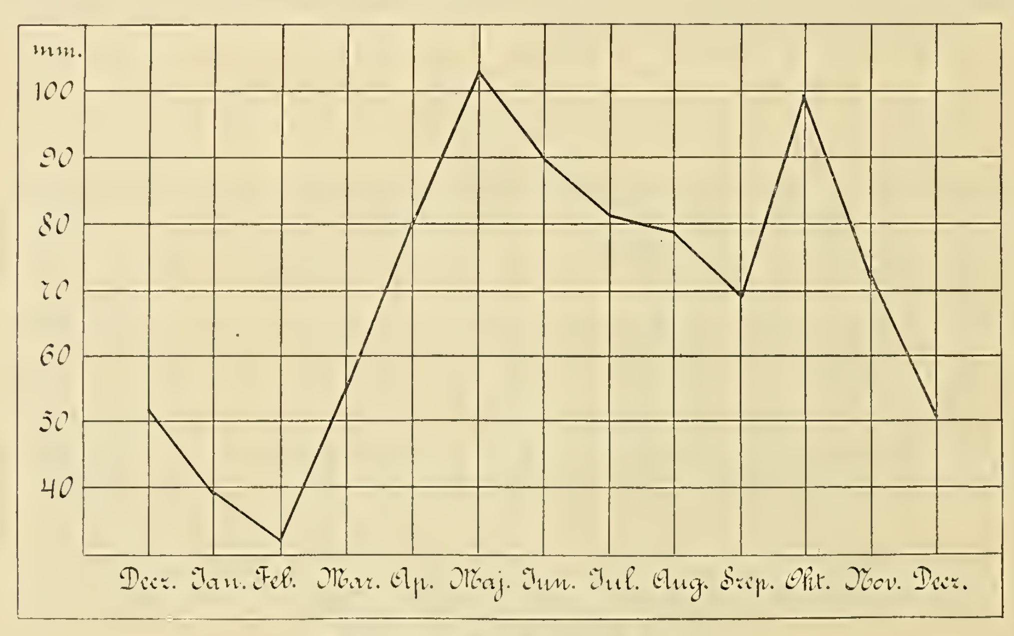


Fig. 84. Niederschlagsmenge in Pécs.

der Niederschlasgdichtigkeit auf die Sommermonate — zumeist in den August — mit grossen Niederschlagsmengen aber wenig Niederschlagstagen entfallen, das Niederschlagsminimum hingegen in den Januar oder Februar.

Die Niederschlagsdichte gibt nicht die in Wirklichkeit am häufigsten vorkommende Niederschlagsmenge, wie dies von dieser Zahl so viele erwarteten, sondern bloss soviel, welches Quantum der mittleren Niederschlagsmenge nach der gleichmässiger Vertheilung auf je einen Tag entfällt.

Tabelle 43. **Niederschlagsmenge der Balaton-Gegenden nach Jahreszeiten.**

1892/94	Balaton-Füred	Tihany	Badacs.-Tomaj	Siófok	Boglár	Keszthely
Winter	81	81	79	91	84	84
Frühling . . .	181	133	*183*	170	159	167
Sommer . . .	*196*	151	169	*220*	189	*211*
Herbst	188	*167*	153	182	*197*	185
Im ganz. Jahre .	646	532	576	663	629	647

1892	Balaton-Füred	Almádi	Keszthely	Balaton-Füred 1894	Renese 1894.	Keszthely 1894.
Winter	93	147	119	55	37	54
Frühling . . .	*238*	*241*	*270*	165	144	153
Sommer	148	193	195	189	225	170
Herbst	110	147	122	*214*	*229*	*212*
Im ganz. Jahre .	589	728	706	623	635	589

Um ein vollständiges Bild der Niederschlagsverhältnisse des Balaton zu geben, werde ich noch diejenigen kleineren Stationen mit Balaton-Füred und Keszthely vergleichen, an denen die Beobachtungen erst seit einigen Jahren angestellt werden, genauer die seit 1891 respective 1893 notiren (Tab. 43). Von vier Stationen besitze ich die vollständigen und mangellosen Aufzeichnungen aus drei Jahren, von zwei Stationen vollständige und mangellose Aufzeichnungen bloss aus einem Jahre. Dazu, um aus diesen Daten auch an und für sich brauchbare Mittel zu bilden und aus diesen ein

11*

selbstständiges, vollkommenes Bild der Niederschlagsverhältnisse zu geben, sind Aufzeichnungen von so kurzer Zeit ungenügend; dazu jedoch, um selbe mit den aus denselben Jahren genommenen Niederschlagsmengen nahe gelegenen grösserer Stationen zu vergleichen und zu erforschen, mit welcher derselben sie übereinstimmen, sind sie vollständig geeignet. Desshalb berechnete ich denn auch die aus denselben Jahren stammenden Aufzeichnungen Keszthely's und Balaton-Füred's die Mittel, um dieselben, beziehentlich bei zwei Stationen die Aufzeichnungen eines Jahres mit den kleineren Stationen vergleichen zu können. Die Vergleichung lasse ich bei den ersteren auf die Niederschlagsmengen, den auf einmal gefallenen grössten Niederschlag und auf die Anzahl der Tage mit Niederschlägen, bei letzteren sich bloss auf die Niederschlagsmengen erstrecken.

Aus Tabelle 41 konnten wir uns nun überzeugen, wie sehr veränderlich an einem und demselben Orte der Balatongegend in den verschiedenen Jahren die Vertheilung der Niederschlagsmenge sein kann. Während bei der Verhandlung der aus mehreren Jahren berechneten Niederschlagsmenge dieselbe für Keszthely um 81 mm. höher war als die von Balaton-Füred (Tab. 37), sind hier die aus den Jahren 1892—94 berechneten Jahresmittel gleich, im Jahre 1892 für Balaton-Füred um 117 mm. kleiner, im Jahre 1894 aber zeigt sich ein um 34 mm. höherer Niederschlag (Tab. 43). Ein noch abwechslungsreicheres Bild gibt die Vertheilung der Niederschlagsmenge nach Jahreszeiten. Für die eine Station fällt das Maximum in den Frühling, für die andere in den Herbst, für die dritte endlich in den Sommer; oder die eine Station besitzt im Frühlinge (1892) ein stark entwickeltes Maximum, in einem anderen Jahre (1894) ein gleich stark prononcirtes im Herbste. Zwei Züge bleiben jedoch in diesem abwechslungsvollen Bilde immer constant: das überall auffindbare und für jede Station gleich constante Winterminimum und für alle Stationen der Umstand, dass die Veränderungen die gleichen sind, oder doch nur geringe Differenzen aufweisen. An solchen Stationen wie die der Balaton-Umgebung, wo sich sogar die aus mehreren Jahren berechneten Mittel der Frühlings-Sommer und Herbstniederschlagsmengen von einander kaum unterscheiden, darf es uns nicht Wunder nehmen, sondern müssen wir im Gegentheil erwarten, dass das Maximum von Jahr zu Jahr bald auf die eine, bald auf die andere Jahreszeit fällt. Ebenso darf es uns nicht verwundern, dass die einzelnen Stationen auch bei im Allgemeinen gleichartigen Niederschlagsmengen in den einzelnen Jahreszeiten, des öfteren sich sogar auf mehrere Millimeter belaufenden (1892—1894) Unterschiede aufweisen können; ferner kann uns nicht verwundern, dass das Maximum für den einen Ort in den Sommer, für den anderen in den Herbst fällt, besonders wenn mann bedenkt, das die Aufzeichnungen sich nur auf einige Monate beziehen und dass die unter einen und denselben Niederschlag fallenden Stationen, je nachdem sie in das Maximalgebiet dieses Niederschlages fallen, oder nur in dessen Peripherie, recht verschiedene Niederschlagsmengen messen können. Hier lasse ich natürlicherweise noch die Beobachtungsdifferenzen ausser Acht, die entweder vom Ablesen, oder davon herrühren, dass man den Niederschlag nicht überall in gleichen Intervallen nach dem Regen abnimmt, was der grösseren Verdunstung wegen, welche besonders im Sommer Differenzen von 1—2 Millimetern verursachen kann.

Bei der obigen Tabelle alle diese in der Natur der Dinge liegenden Schwierigkeiten in Betracht genommen, muss man zur Folgerung gelangen, dass die Niederschlagsverhältnisse im Allgemeinen für die ganze Balatongegend die gleichen sind.

Tabelle 44. Mittlere Niederschlagsverhältnisse der Balatongegend. 1892—1894.

Station	Tihany			Siófok			Balaton-Füred			Boglár			Bad.-Tomaj			Keszthely		
Monat	S	M	N	S	M	N	S	M	N	S	M	N	S	M	N	S	M	N
Dezember	*22*	12	5	*27*	10	6	*25*	9	5	21	12	3	*13*	5	4	*20*	7	7
Januar	30	13	6	34	9	9	28	10	7	29	11	10	36	7	7	35	8	9
Februar	29	16	4	30	14	6	28	15	4	34	15	7	22	9	5	29	12	7
März	27	9	7	30	7	6	41	13	6	33	8	8	30	8	8	35	8	9
April	36	17	6	38	16	7	53	21	6	57	23	7	54	17	6	63	21	8
Mai	70	*35*	*11*	102	*41*	*11*	87	*29*	*10*	69	29	*11*	*99*	*33*	9	69	*22*	14
Juni	*78*	31	10	*108*	37	9	*91*	25	9	84	*30*	10	94	19	*11*	*92*	21	*17*
Juli	37	11	6	48	23	7	43	13	6	62	20	6	39	12	7	65	12	11
August	36	17	6	64	29	4	62	31	6	43	17	7	36	14	6	54	18	9
September	46	17	5	62	27	6	51	17	5	47	16	5	47	22	5	59	20	8
Oktober	75	17	11	77	23	10	83	24	8	*93*	24	10	65	15	9	71	22	13
November	46	13	8	43	14	7	54	11	8	57	15	9	41	16	6	55	17	7
Im ganzen Jahre	532	17	85	663	21	88	646	18	80	629	18	93	576	15	83	647	17	119

Die Differenzen aber lassen sich, immer mit Bezug auf die aus mehreren Jahren berechneten Mittel von Keszthely, Balaton-Füred und Városhidvég auf folgende Art ausdrücken: die Niederschlagsmenge ist grösser in den Gegenden der südwestlichen Balatonhälfte, als in den nordöstlichen und kleiner in der nördlichen Hälfte des Balaton unter den höheren Theilen des Bakony (mit Ausnahme von Almádi) als an der Südseite. Die Gegenden von Kenese, Tihany, Balaton-Füred und Badacsony-Tomaj gehören in einer Gruppe, Keszthely, Boglár und Siófok in eine andere.

Tabelle 44 führt uns in monatlicher Vertheilung die aus drei Jahren herrührenden Daten einiger Stationen der Balatongegend vor. Sowohl die Niederschlagsmenge, wie auch das auf einmal gefallene Niederschlagsmaximum und die Vertheilung nach Jahreszeiten bieten uns dasselbe abwechslungsreiche Bild, wie bei der Vertheilung nach Jahreszeiten, zugleich aber auch mit jenen unveränderlichen Elementen. Sodann fällt in die Augen, dass das Maximum in den Sommeranfang, den Juni fällt; und zwar mit alleiniger Ausnahme von Boglár, das Minimum jedoch überall auf den Dezember. Auffällig ist ferner an den gesammten Stationen, besonders aber an den an der nördlichen Seite des Balaton gelegenen, die geringe Niederschlagsmenge vom Juli—September. Nachdem dieses Verhalten für Balaton-Füred auch an den aus mehreren Jahren berechneten Mitteln dasselbe ist, muss man darauf folgern, dass in der Balatongegend, besonders an der Nordseite desselben im Allgemeinen eine grosse Neigung zur Trockenheit vorherrscht. Die grössten Niederschläge sind überall im Mai und Juni, also zu Frühlingsende und Sommeranfang, ferner im October, also in der Herbstmitte beobachtbar.

B) *Die Häufigkeit des Niederschlages.*

In diesem Theile werden wir zwei Fragen beantworten, nämlich, mit welcher Wahrscheinlichkeit sind über gewisse Grenzwerte hinausgehende grössere Niederschläge zu erwarten, und zweitens, welche von den zwischen gewissen Grenzwerthen beweglichen Gruppen sind mit grösster Wahrscheinlichkeit zu erwarten.

Um dass Aufstellen einer grossen und daher wenig übersichtlichen Tabelle zu vermeiden und vom Allgemeinen auf das Detail übergehen zu können, werde ich die Häufigkeit des Niederschlages auch hier zuerst den einzelnen Jahreszeiten und erst sodann den einzelnen Monaten nach anführen.

In der 45. und auch in den folgenden 46—49 Tabellen bedeutet jede einzelne Zahl mit welcher Wahrscheinlichkeit sich unter 1000 Fällen eine grössere als die oben an den verticalen Columnen angeschriebenen Niederschlagsmenge erwarten lässt. Zu beschreiben, wie ich diese Tabelle anfertigte, ist hier nicht am Orte.[1]

Aus Tabelle 47 erhellt, dass das ganze Jahr hindurch messbare Niederschläge am öftesten in Nagy-Kanizsa, hierauf in Zala-Egerszeg und Kaposvár vorkommen; auch die über 1·0 mm. hinausgehenden Niederschläge sind an diesen Orten am häufigsten. Jedoch schon die über 5·0 mm. fallenden Qantitäten sind an den gesammten Stationen überaus gleichmässig vertheilt und treten hier schon diejenigen Stationen in den Vordergrund, wo auch die jährliche Niederschlags-

[1] Siehe Pannonhalma Éghajlata (1896).

Tabelle 45. **Mit welcher Wahrscheinlichkeit sind mehr Niederschläge zu erwarten,**

wie	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0 mm.
Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég			Zala-Egerszeg		
Winter	268	180	76	215	158	54	318	206	83	163	140	57	314	163	74
Frühling	333	237	106	316	233	97	370	242	126	232	196	109	354	243	116
Sommer	314	228	113	316	246	132	332	235	132	212	193	122	365	265	134
Herbst	291	225	113	294	233	119	301	218	108	224	200	120	336	241	127
Ganz. Jahre	301	218	102	285	217	100	330	225	112	208	182	102	342	228	113
Station				Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Szálka			Pécs		
Winter				331	208	82	266	196	74	200	172	75	255	176	85
Frühling				437	282	131	362	281	128	305	255	142	309	246	149
Sommer				376	266	161	345	276	147	298	252	135	266	218	140
Herbst				380	270	152	320	262	138	286	241	135	285	241	157
Im ganzen Jahre				381	256	131	323	254	122	272	230	122	279	220	133

menge die grössere ist. Auffällig sind nämlich Pécs und Szálka mit ihrer kleinen Niederschlagshäufigkeit in den Gruppen zwischen 0·0—1·0 mm., so dass nur die Niederschlagshäufigkeit von Városhidvég unter denselben steht. Also reiht sich hier eben das durch die grösste Niederschlagsmenge characterisirte Pécs unter diejenigen Stationen mit kleiner Niederschlagshäufigkeit.

Nach dem Vorgebrachten lassen sich also die Niederschlagsverhältnisse der obigen Stationen in jährlicher Vertheilung mit folgenden Strichen charakterisiren: Nagy-Kanizsa, Kaposvár und Zala-Egerszeg fallen durch grosse Niederschlagsmengen und die Niederschlagshäufigkeit, Pécs und Szálka durch grosse Niederschlagsmengen und kleinere Niederschlagshäufigkeit, Pannonhalma durch kleinere Niederschlagsmengen und die kleinere Niederschlagshäufigkeit aus. Für die Balatongegend sind Keszthely mit einer grösseren Niederschlagsmenge und grösseren Niederschlagshäufigkeit, Balaton-Füred und Városhidvég jedoch durch die kleinere Niederschlagsmenge und kleinere Niederschlagshäufigkeit charakterisirt.

Da nun irgend ein Ort nicht dadurch trocken oder feucht gemacht wird, ob das ganze Jahr hindurch geringe oder grosse Regenmengen herabfallen, sondern dadurch, in welchem Verhältnisse sich diese Niederschlagsmenge das ganze Jahr hindurch vertheilt, d. h. ob die Niederschläge häufig oder selten sind: sind Nagy-Kanizsa, Kaposvár und Zala-Egerszeg bei kleineren Niederschlagsmengen dennoch feuchtere Orte als Pécs oder Szálka; Keszthely niederschlagsreicher als Balaton-Füred oder Városhidvég.

Für die einzelnen Jahreszeiten vertheilt sich die Niederschlagsfeuchtigkeit wie folgt: alle drei Gruppen sind für die gesammten Stationen am seltensten im Winter; die beiden ersten Gruppen (0·0 und 0·1 mm.) mit Ausnahme von Zala-Egerszeg und Balaton-Füred überall am häufigsten im Frühjahr und nur für die erwähnten Stationen im Sommer; die dritte Gruppe ist schon im Sommer, beziehentlich für Pécs im Herbste am häufigsten.

Eigentlich ist also der Frühling die feuchteste Jahreszeit, trotzdem die Niederschlagsmenge desselben nicht an erster Stelle steht.

Der Winter ist in jeder Hinsicht und für alle Stationen an Niederschlägen am ärmsten.

Grosse Mengen von Niederschlägen sind am häufigsten in Pécs und Szálka, sodann in Nagy-Kanizsa und Zala-Egerszeg. Von den einzelnen Jahreszeiten fällt das Minimum wieder auf den Winter, während die maximalen Niederschlagstage in den Sommer, für Pécs und Pannonhalma in den Herbst fallen, so jedoch, das die über 30 Mm. fallenden Niederschläge auch für diese Stationen im Sommer am häufigsten vorkommen. Im Herbste sind grosse Niederschläge überall häufiger als im Frühlinge.

In der monatlichen Vertheilung der Niederschlagshäufigkeit fällt die grösste Häufigkeit im Allgemeinen auf die Monate April, Mai oder Juni und zwar die erste Gruppe (0·0 mm.) Keszthely, Balaton-Füred und Kaposvár in den Mai, in Pannonhalma, Városhidvég und Nagy-Kanizsa in den April, für Zala-Egerszeg, Szálka und Pécs zeigt dieselbe im Juni die grösste Häufigkeit, d. h. eigentlich sind es diese Monate, in denen überhaupt Niederschläge mit grösster Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind. Bei der zweiten Gruppe, nämlich den Stationen die über 1·0 mm. stehen, kommen grössere Niederschläge mit Ausnahme von Szálka und Pécs, wo dieselben im Juni am häufigsten sind, überall im Mai am häufigsten vor.

Tabelle 46. Mit welcher Wahrscheinlichkeit sind mehr Niederschläge zu erwarten,

als	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0 mm.
Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Városhidvég			Zala-Egerszeg		
Wrnter . .	37	9	1	17	2	1	26	4	0	27	0	0	40	3	1
Frühling . .	52	12	1	43	15	6	54	16	8	49	10	1	67	19	7
Sommer . .	60	16	7	71	21	8	57	23	9	71	28	9	78	27	10
Herbst . .	63	20	5	61	17	4	56	19	7	65	21	6	71	30	6
Ganz. Jahre	53	14	4	49	14	5	48	15	6	53	15	4	64	20	6
Station				Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Szálka			Pécs		
Winter				32	3	1	21	3	1	62	8	0	40	12	3
Frühling				70	18	5	51	17	6	69	20	8	84	31	17
Sommer				87	34	15	78	23	6	82	32	12	91	35	14
Herbst				75	25	9	76	18	5	72	18	8	107	41	12
Im ganzen Jahre				66	20	8	56	15	4	71	19	7	81	32	12

Tabelle 47. Mit welcher Wahrscheinlichkeit sind mehr Niederschläge zu erwarten,

Station	Pannon-halma			Keszthely			Balaton-Füred			Város-hidvég			Zala-Egerszeg			Nagy-Kaniza			Kaposvár			Szálka			Pécs		
als	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·0	0·0	1·0	5·2	0·0	1·0	5·0
Dezember . .	317	226	108	351	218	93	224	174	64	215	188	64	342	142	68	333	232	109	282	211	92	230	200	101	267	180	93
Januar . . .	231	144	64	355	245	85	221	169	44	147	124	60	340	211	100	338	209	54	294	223	75	218	181	82	264	195	91
Februar . .	256	169	56	248	155	71	199	132	53	127	109	48	259	135	53	321	182	82	223	155	54	152	136	43	234	152	71
März	317	210	83	351	221	101	302	232	78	189	154	62	322	205	102	391	229	97	295	216	76	258	223	97	304	217	112
April	*343*	245	120	363	254	133	308	230	103	*260*	221	131	342	252	124	*460*	304	137	383	310	158	329	285	*178*	303	247	163
Mai	339	*256*	114	*395*	250	145	*362*	237	110	246	212	135	398	273	123	459	*312*	159	*407*	*318*	149	327	267	150	319	273	*171*
Juni	341	251	121	383	*262*	*154*	337	*256*	*133*	254	*233*	135	*455*	*327*	*148*	452	304	167	382	295	147	*374*	*314*	148	*321*	*281*	161
Juli	319	228	108	331	222	121	305	238	133	185	163	103	328	249	123	387	281	*185*	331	267	129	269	219	117	266	226	137
August . . .	281	205	110	282	222	121	282	245	129	198	183	127	311	220	132	290	213	131	323	267	*174*	251	223	149	210	176	121
September . .	278	215	106	212	154	87	247	197	117	218	189	116	300	218	124	358	249	160	285	221	129	245	214	124	254	211	133
October . .	292	226	*123*	358	250	121	304	286	131	275	238	*153*	366	278	141	393	288	146	355	310	163	355	285	161	304	272	185
November . .	302	233	111	334	250	117	331	216	109	189	173	91	342	236	115	389	273	151	321	254	123	259	224	121	296	240	153

Tabelle 48. Mit welcher Wahrscheinlichkeit sind mehr Niederschläge zu erwarten,

Station	Pannonhalma			Keszthely			Balaton-Füred			Város-hidvég			Zala-Egerszeg			Nagy-Kanizsa			Kaposvár			Szálka			Pécs		
als	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0	10·0	20·0	30·0
Dezember	59	17	2	32	9	0	26	6	2	20	0	0	45	3	0	56	8	4	30	4	2	53	9	0	56	17	3
Januar	40	4	0	16	0	0	6	0	0	30	0	0	50	7	3	10	0	0	23	2	0	39	10	0	32	7	3
Februar	23	6	2	31	4	0	20	0	0	23	0	0	25	0	0	31	0	0	14	2	0	33	5	0	33	13	3
März	43	7	0	48	8	0	24	4	2	18	2	0	56	11	6	34	6	0	34	8	0	57	11	4	57	20	10
April	57	12	2	46	21	13	68	21	4	69	13	2	88	30	9	81	17	4	44	17	2	76	24	7	98	37	*21*
Mai	55	17	2	69	20	12	48	22	*12*	60	14	2	58	15	6	96	32	12	74	26	16	74	25	14	108	37	20
Juni	61	10	4	54	21	12	69	15	10	77	*40*	10	*88*	24	12	77	29	12	76	20	2	88	*38*	*14*	102	35	14
Juli	55	22	*11*	49	8	5	71	17	8	58	17	6	61	17	3	*101*	*38*	*19*	73	13	4	64	25	11	85	22	10
August	*64*	17	7	*69*	*40*	*16*	73	*30*	6	77	26	*11*	85	*41*	*14*	82	34	13	86	*36*	*13*	*94*	32	11	85	37	19
September	61	*23*	10	58	21	8	53	13	2	68	32	16	69	21	9	69	31	13	60	21	8	59	17	11	95	35	11
October	64	22	4	68	24	12	*83*	28	11	*84*	19	2	79	38	6	88	30	11	*107*	26	4	76	25	11	*122*	*57*	17
November	64	15	2	42	12	0	46	9	0	44	11	0	64	30	3	69	15	2	60	8	2	81	11	2	103	30	7

Grössere Niederschläge als die der dritten Gruppen sind für Pannonhalma und Városhidvég im October, für Keszthely, Balaton-Füred und Zala-Egerszeg im Juni, für Nagy-Kanizsa im Juli, Kaposvár im August, Szálka im April, und für Pécs im Mai am häufigsten. Mit der geringsten Wahrscheinlichkeit sind grössere Niederschläge, als die der zwei ersten Gruppen für alle Stationen im Februar zu erwarten; grössere Niederschläge als die der dritten Gruppe sind bald im Februar bald im Herbst am seltensten. Der Februar ist also der an Niederschlägen ärmste Monat. Für die dritte Gruppe wird schon auffällig, dass die Zahlen in den Sommermonaten anwachsen, was besonders bei den noch grösseren Gruppen praegnant zum Ausdrucke kommt.

Grössere Mengen Niederschlages sind mit grösster Wahrscheinlichkeit entweder in den drei Sommermonaten, oder im October zu erwarten, und zwar sind Niederschläge über 10 mm. im October am häufigsten in Balaton-Füred, Városhidvég, Kaposvár und Pécs, im August in Pannonhalma, Keszthely und Szálka, im Juni in Zala-Egerszeg, im Juli in Nagy-Kanizsa. Niederschläge über 20 mm. im August sind am häufigsten in Keszthely, Balaton-Füred, Zala-Egerszeg und Kaposvár, im Juni in Városhidvég und Szálka, im Juli in Nagy-Kanizsa, im September in Pannonhalma und im October in Pécs. Niederschläge über 30 mm. im August sind am häufigsten in Keszthely, Városhidvég, Zala-Egerszeg und Kaposvár, im Juli in Pannonhalma und Nagy-Kanizsa, im Juni in Szálka, im Mai in Balaton-Füred, im April in Pécs. Am seltensten kommen grosse Niederschlagsmengen im Januar und Februar vor. Mit Ausnahme von Pécs kommen überall je ein solcher Wintermonat, manchmal auch zwei oder drei vor, in denen 30 mm. übersteigende Niederschläge überhaupt nicht gemessen wurden, ja es kommen auch solche Stationen vor, wo sich nicht einmal 20 mm. messen liessen.

Bislang haben wir gesehen, mit welcher Wahrscheinlichkeit in den einzelnen Jahreszeiten oder Monaten für die betreffenden Stationen Niederschläge überhaupt, oder aber stufenweise bestimmte grössere Niederschläge zu erwarten sind. Betrachten wir nunmehr, wie grosse Niederschläge sich mit grösster Wahrscheinlichkeit erwarten lassen? Im Vorhergehenden untersuchten wir, wie viel von tausend Tagen Niederschläge und wenn grössere Niederschläge als die einer bestimmten Menge besitzen. Im folgenden werden wir nun untersuchen, wie viel von tausend Niederschlagstagen in gewisse Gruppen eintheilbar sind.

Die einzelnen Gruppen werde ich hier nicht so trennen können, wie dies oben geschah, da die fortwährende Vergleichung der das Vorkommen der einzelnen Gruppen ausdrückenden Zahlen von grosser Wichtigkeit ist. Hiebei werde ich nur die einzelnen Monate in Betracht ziehen.

Die Tabelle 50 drückt eigentlich das aus, was viele durch die Niederschlagsdichte ausdrücken wollten, ein wie grosser Niederschlag nämlich mit grösster Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Vergleicht man diese Tabelle mit der Niederschlagsdichtigkeit, so wird sogleich ersichtlich sein, dass durch letztere die am häufigsten vorkommende Niederschlagsmenge durchaus nicht ausgedrückt wird. Obiger Tabelle zu Folge kommen nämlich für alle Stationen und Jahreszeiten die zwischen die Gruppen 1·1—5·0 fallenden Niederschlagsmengen am häufigsten vor, nur für Keszthely und Nagy-Kanizsa sind im Frühjahre zwischen 0·0—1·0 fallende

Tabelle 49. Ein wie grosser Niederschlag kann mit grösster Wahrscheinlichkeit erwartet werden?

Station	Pannonhalma						Keszthely					
Jahreszeit	0·0—1·0	1·1—5·0	5·1—10·0	10·1—20·0	20·0—30·0	30·0 - mm.	0·0—1·0	1·1—5·0	5·1—10·0	10·1—20·0	20·1 - 30·0	30·0—mm.
Winter . . .	332	381	145	107	29	5	352	389	171	69	13	—
Frühling . .	288	405	151	119	32	4	346	312	195	103	22	22
Sommer. . .	273	366	169	139	28	42	291	311	226	102	41	29
Herbst . . .	225	383	173	147	53	18	277	364	173	123	41	22
Ganzes Jahr .	279	384	169	128	35	17	316	344	193	99	29	18
Station	Balaton-Füred						Városhidvég					
Winter . . .	260	490	171	69	6	3	139	505	191	164	0	0
Frühling. . .	262	430	159	101	28	19	155	367	261	173	37	6
Sommer. . .	221	362	188	163	38	27	90	337	240	203	87	43
Herbst . . .	206	388	199	149	42	14	106	355	242	198	65	24
Ganzes Jahr .	237	418	179	121	28	16	122	391	233	185	47	18
Station	Zala-Egerszeg						Nagy-Kanizsa					
Winter . . .	397	360	110	121	8	3	372	382	149	88	4	4
Frühling. . .	315	356	142	134	33	19	355	344	139	120	29	12
Sommer. . .	274	328	155	138	49	26	281	284	201	142	52	40
Herbst . . .	273	350	167	121	71	18	289	310	196	137	44	23
Ganzes Jahr .	312	349	144	129	40	17	324	330	171	122	32	17
Station	Kaposvár						Szálka					
Winter . . .	264	460	193	74	8	3	137	484	169	169	40	0
Frühling. . .	221	424	204	94	30	17	151	385	237	161	38	28
Sommer. . .	200	365	218	159	48	19	154	382	187	169	65	42
Herbst . . .	184	383	195	180	43	15	158	369	221	188	33	30
Ganzes Jahr .	217	408	202	127	32	14	150	405	204	172	44	25
Station	Pécs											
Winter . . .	311	355	175	112	34	13						
Frühling. . .	203	315	198	185	46	53						
Sommer. . .	143	331	186	209	77	54						
Herbst . . .	154	294	177	231	104	40						
Ganzes Jahr .	203	324	184	184	65	40						

Niederschlagsmengen am häufigsten. Diesen gegenüber steht die Niederschlagsdichtigkeit höchstens hie und da unter 5, während sich dieselbe in den Sommermonaten oft auch über 10 erhebt. Diese Differenz und die grosse Niederschlagsmenge der Sommermonate liegen eben in der Natur der Niederschlagsdichtigkeit, da die sommerliche grosse Niederschlagsmenge, dividirt mit der geringen Anzahl von Niederschlagstagen zweifelsohne eine grössere Zahl ergeben, als z. B. die kleinere Niederschlagsmenge des Frühlings, dividirt mit der grösseren Anzahl von Niederschlagstagen.

Nach der Gruppe 1·1—5·0 kommt am häufigsten die Gruppe 0·0—1·0 vor;

Tabelle 50. **Vertheilung der relativen Feuchtigkeit auf Monate.**

Station	Nagy-Kanizsa				Kaposvár				Pécs			
Monat	7 am	2 pm	9 pm	M.	7 am	2 pm	9 pm	M.	am 7	2 pm	9 pm	M.
Dezember . . .	95	88	94	92	87	84	86	86	90	84	89	88
Januar	94	85	93	91	90	86	89	88	89	85	89	88
Februar . . .	93	75	90	86	89	83	89	87	88	80	86	85
März	86	62	81	76	86	71	84	80	83	69	81	78
April	82	59	78	73	82	65	79	75	77	61	76	71
Mai	80	59	79	73	79	63	81	74	78	62	81	74
Juni	78	58	81	72	78	61	80	73	77	62	79	73
Juli	75	54	78	69	76	58	77	70	75	58	76	70
August	80	62	84	65	82	61	81	75	77	60	78	72
September . . .	91	66	89	82	87	63	83	78	83	64	82	76
October . .	94	72	90	85	87	74	85	82	89	73	87	83
November . . .	94	81	92	89	87	79	85	84	90	80	88	86

an einzelnen Stationen jedoch, wie Városhidvég und Szálka für alle Jahreszeiten die Gruppe 5·1—10·0, in Kaposvár und Pécs jedoch nur im Herbst und Sommer.

Im Sommer und Herbst sind die das häufigere Vorkommen der einzelnen Gruppen ausdrückenden Zahlen allgemein im Anwachsen begriffen und zwar wachsen dieselben je nach den einzelnen Stationen in kleineren oder grösseren Verhältnissen an; an Orten mit grösseren Niederschlagsmengen jedoch zumeist in grösseren Verhältnissen.

Der Schneefall ist über die gesammten Stationen ziemlich gleichförmig vertheilt, nur Városhidvég und Szálka notirten wenig. Mit Ausnahme von Juni bis September, in welcher Zeit nirgends Schneefall notirt wurde, waren solche in den

Tabelle 51. Wie viele Schnee- und Hagelfälle und Gewitter fallen auf je ein Jahr und einen Monat.

Station	Monat	Dezemb.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August.	Sept.	October	Novemb.	Ganz. Jahr
Pannonhalma	Schnee	5	5	4	3	0·6	0·4	—	—	—	—	0·5	3	21·5
	Hagel	—	—	—	0·1	0·3	0·2	0·2	0·06	0·06	0·1	0·06	—	1·08
	Gewitter	—	—	0·2	0·4	0·7	3	4	0·4	3	2	0·3	0·2	17·8
Keszthely	Schnee	4	5	4	4	0·3	0·1	—	—	—	—	0·3	3	20·7
	Hagel	—	—	—	—	0·25	0·4	0·1	0·1	0·3	0·05	0·1	—	1·3
	Gewitter	—	—	—	0·2	1	4	5	5	3	1	0·5	0·1	19·8
B.-Füred	Schnee	3	6	4	3	0·5	0·2	—	—	—	—	0·5	2	19·2
	Hagel	—	—	—	—	—	1	0·1	—	0·1	—	—	—	1·2
	Gewitter	—	—	—	1	1	4	3	3	3	1	4	0·1	17·1
Városhidvég	Schnee	3	4	3	2	0·07	0·07	—	—	—	—	0·07	1	13·21
	Hagel	—	—	—	—	—	0·07	0·2	0·1	—	0·07	0·07	—	0·51
	Gewitter	—	—	—	—	0·5	2	1	1	1·5	0·3	0·3	0·07	6·67
N.-Kanizsa	Schnee	6	6	4	4	1	0·1	—	—	—	—	0·4	4	25·5
	Hagel	—	—	—	—	0·5	0·4	0·3	0·2	—	—	0·1	—	1·5
	Gewitter	0·1	—	—	0·2	1·5	2	5	4	2	2	0·5	0·2	17·5
Kaposvár	Schnee	3	5	3	3	1	0·2	—	—	—	—	0·4	2	17·6
	Hagel	—	—	—	—	0·2	0·3	0·5	0·1	—	0·1	—	—	1·2
	Gewitter	—	—	—	—	06	2	4	3	4	1	0·3	0·2	15·1
Szálka	Schnee	3	4	2	2	0·4	0·1	—	—	—	—	0·1	2	15·6
	Hagel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Gewitter	—	—	—	0·4	2	5	6	5	5	2	1	0·2	26·6
Pécs	Schnee	5	6	4	4	1	0·2	—	—	—	—	0·3	2	22·5
	Hagel	—	—	—	0·05	0·2	0·2	0·1	0·2	0·05	0·05	—	—	0·85
	Gewitter	0·1	—	—	0·1	1	3	5	4	3	1	0·5	0·2	17·9

übrigen Monaten überall beobachtbar. Das Maximum des Schneefalls fällt überall in den Januar.

Hagel fällt im allgemeinen einmal im Jahre, im Maximum für Nagy-Kanizsa dreimal in zwei Jahren. In Szálka wurde Hagel nicht beobachtet. In Pécs und Városhidvég fällt kein ganzer Hageltag per Jahr. In Pécs fallen deren drei auf vier Jahre, in Városhidvég einer auf zwei Jahre. Hagel fällt zumeist im Frühling, im April und Mai. Vom November bis Februar wurde Hagel nirgends notirt.

Auch die Anzahl der Gewitter ist ziemlich gleichmässig auf die einzelnen Stationen vertheilt, nur Városhidvég notirte im Vergleich zu den anderen auffällig wenig. Die meisten Gewitter entfallen innerhalb eines Jahres auf Szálka, das die anderen um ein Beträchtliches übersteigt. Übrigens lassen in dieser Hinsicht angestellte Vergleiche überaus viel zu wünschen übrig, da vom Observator sehr viel abhängt. Der eine z. B. nimmt ein oder zwei schwache, donnerlose Blitze überhaupt nicht wahr, während sie der andere notirt. Im Januar und Februar wurden Gewitter nirgends notirt. Die meisten entfallen für alle Stationen in den Juni und Juli.

Resumée.

Wirft man einen Rückblick auf das detaillirte Bild, das ich über die klimatologischen Verhältnisse der Umgebung des Balaton entwarf und forscht man einerseits nach der Einwirkung, die der Balaton auf seine Umgebung ausübt, andererseits darnach, auf welche Weise sich das Klima der Balatongegend in die klimatologischen Verhältnisse des übrigen Transdanubiens einfügt, so gelangt man zu der Überzeugung, dass die Einwirkung des Balaton mit völliger Gewissheit nur bei der Temperatur demonstrirbar ist. Diese Einwirkung, die sich über die unmittelbare Umgebung des Balaton hinaus landeinwärts, besonders im Norden, nur auf ganz kleine Gebiete erstreckt, offenbart sich darin, dass die Temperatur 2 pm das ganze Jahr hindurch etwas sinkt, 9 pm jedoch etwas steigt. 7 am wird dadurch die Temperatur im Januar und Februar etwas gehoben, in den übrigen Monaten herabgemindert. Der Einfluss wird auch noch an der geringeren Grösse der Tages- und Jahresschwankung, ferner der Abstumpfung der Extreme ersichtlich. Auch kann der Einfluss des Balaton aus den auf je fünf Tage (Pentaden) berechneten Mitteln und der Veränderlichkeit der Temperatur dargelegt werden. Überhaupt kommt der Einfluss des Balaton nicht so sehr in der Abstumpfung der Jahresextreme und dem jährlichen Temperaturgange — obwohl auch hier nachweisbar — als viel mehr in der Abstumpfung des Tagesganges der Temperatur, d. i. der Abstumpfung grosser Differenzen bei kurzen Zeitperioden zur Geltung. Von seinen zweierlei Einwirkungen, der erwärmenden und abkühlenden, ist die erwärmende die grössere. Diese Einwirkung nun ist an der ganzen Küste des Balaton beobachtbar, doch ist selbe grösser an den Orten, wo irgend eine herrschende Windrichtung über den Balaton hinweg an die betreffende Station gelangt. Der Einfluss des Balaton erstreckt sich auch nach Süden zu nicht allzuweit, denn z. B. schon in Balatonhidvég, wo doch die eine herrschende Windrichtung jederzeit vom Balaton her weht, ist diese Einwirkung nur an der höheren Herbst-

temperatur ersichtlich, höchstens dass sie aus der Veränderlichkeit geahnt werden kann. Ihren Temperaturverhältnissen nach fügt sich die Balatongegend mit einem plötzlichen Sprunge weg aus der kälteren westlichen Hälfte Transdanubiens in die Reihe der ostsüdöstlichen Gegenden Transdanubiens, während die mehr nördliche Hälfte Transdanubiens niedrigere Temperaturen aufweist.

Betrachtet man die Luftdruckverhältnisse, so findet man im südwestlichen Theile des Balaton in zwei Jahreszeiten, im Frühjahre und Herbste Depressionsgebiete. Im Übrigen fügt sich die Balatongegend in die allgemeinen Luftdruckverhältnisse Transdanubiens.

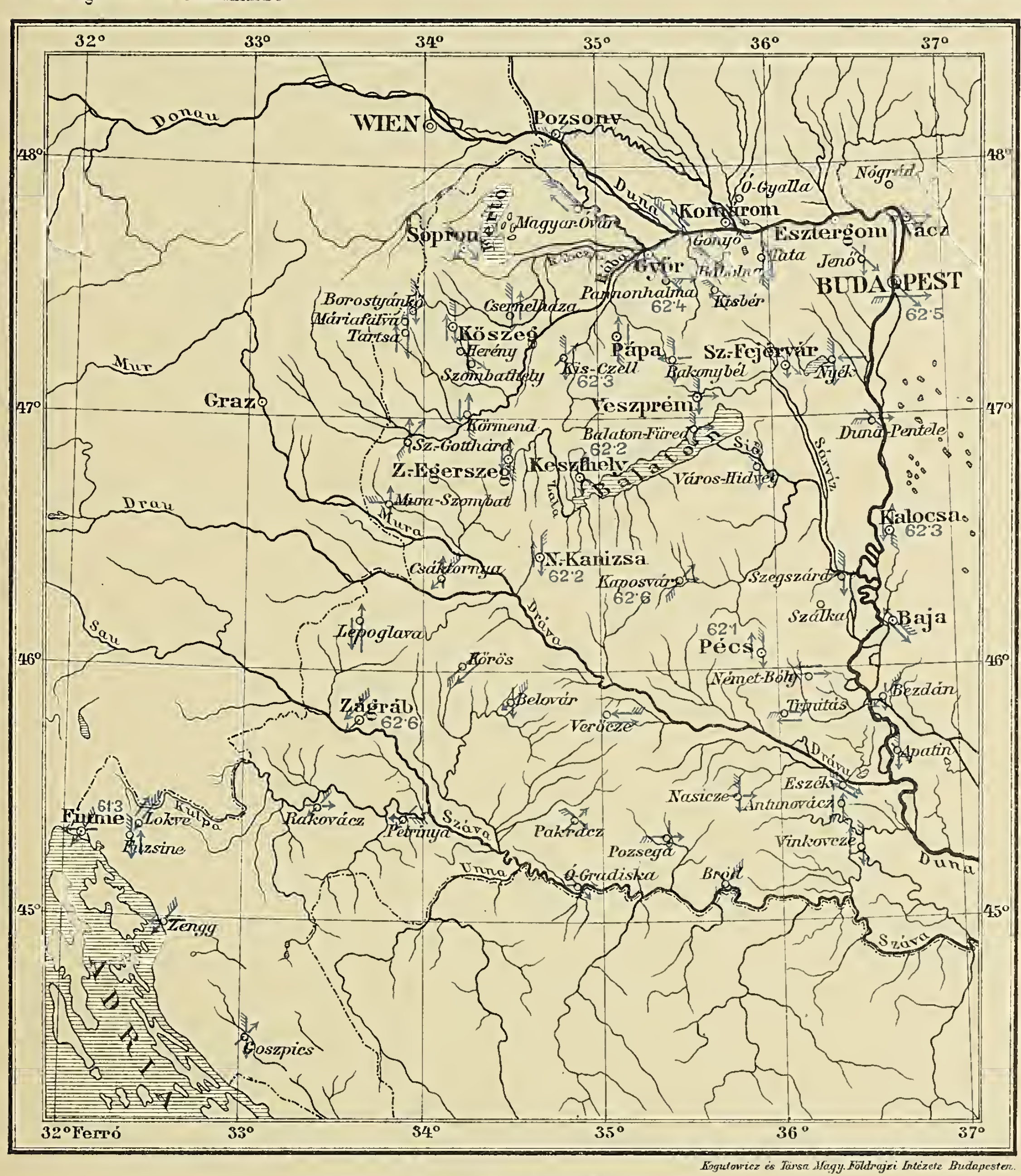
Was die Windrichtungen anbelangt, stimmt dieselbe mit einer *N*-Hauptwindrichtung im allgemeinen mit den diesbezüglichen Verhältnissen der nordwestlich, westlich und südlich vom Balaton fallenden Gegenden Transdanubiens überein. Während in der nordöstlichen Hälfte des Balaton neben dem *N* auch *W*-Winde in den Vordergrund treten, übernimmt im südwestlichen Theile desselben der *SO* diese Rolle.

In Bezug auf Dunstdruck, relative Feuchtigkeit und Bewölkung zeigt ganz Transdanubien nur geringe Differenzen und fügt sich die Balatongegend im allgemeinen gut in die allwärts bestehenden Verhältnisse.

Was endlich die Niederschläge anbetrifft, so nimmt die Balatongegend sozusagen die Mitte zwischen durch reichere Niederschläge ausgezeichneten südwestlichen, westlichen und den östlichen Gegenden Transdanubiens ein, derart, dass der Niederschlag von Südwest nach Nordost zu etwas abnimmt. An Niederschlägen am ärmsten ist die von der nordöstlichen Hälfte des Balaton nach Süden fallende Umgebung von Városhidvég.

VERZEICHNISS DER TAFELN.

INHALTSVERZEICHNISS.

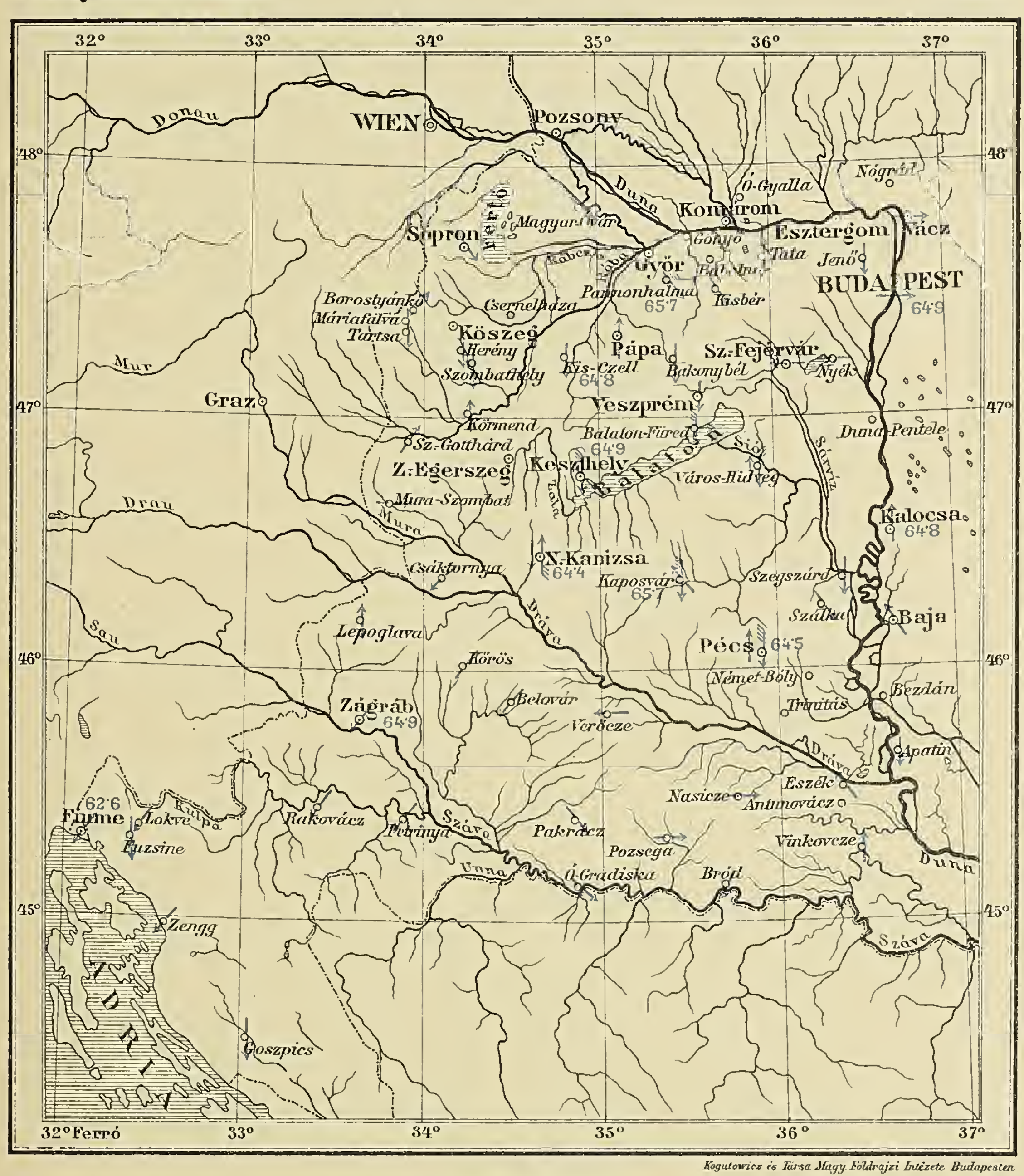


Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Luftdruck und die zwei Hauptwindrichtungen im Jahre.

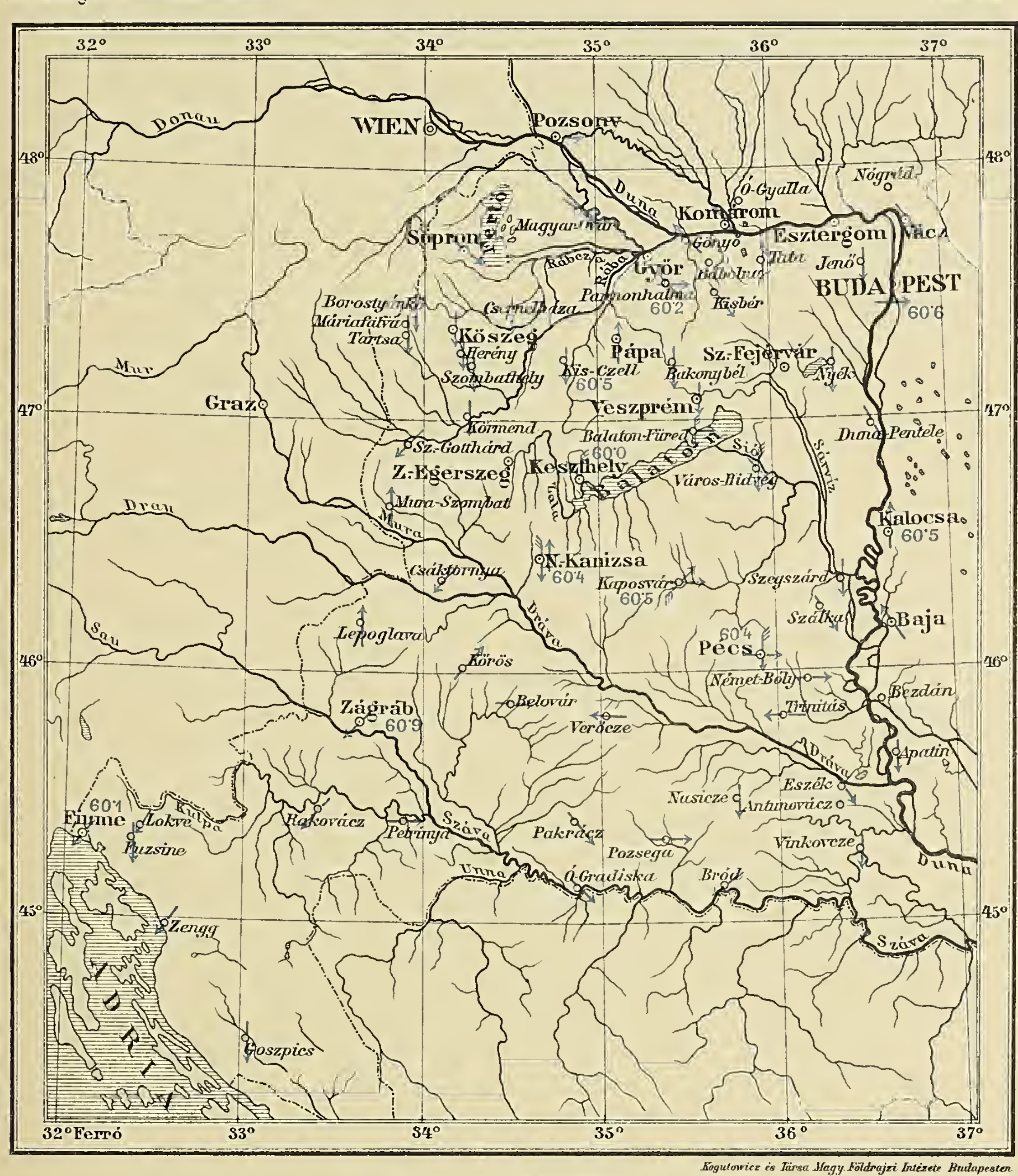




Maasstab 1:3.000 000.

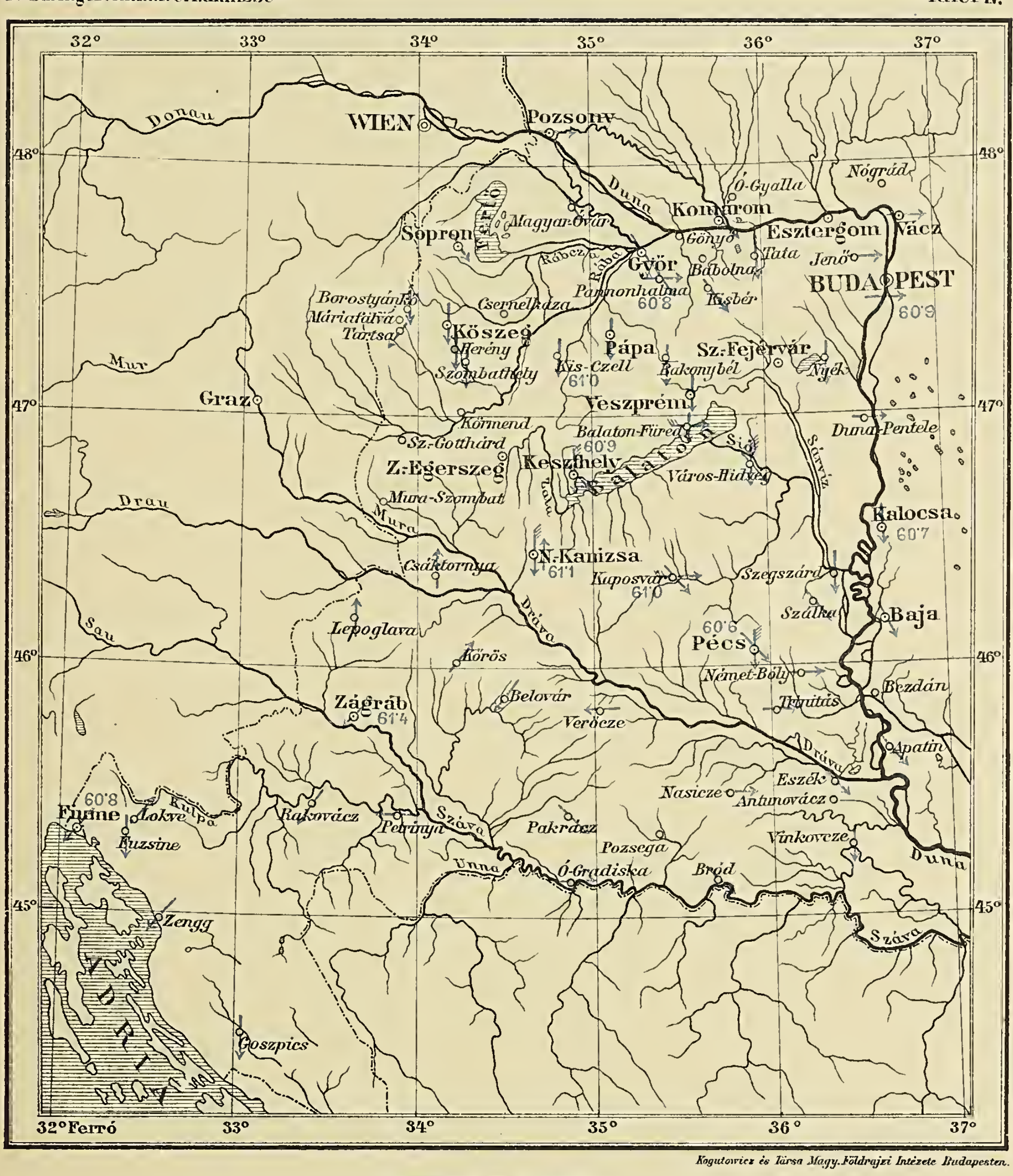
Luftdruck und die zwei Hauptwindrichtungen im Winter.





Luftdruck und die zwei Hauptwindrichtungen im Frühling.

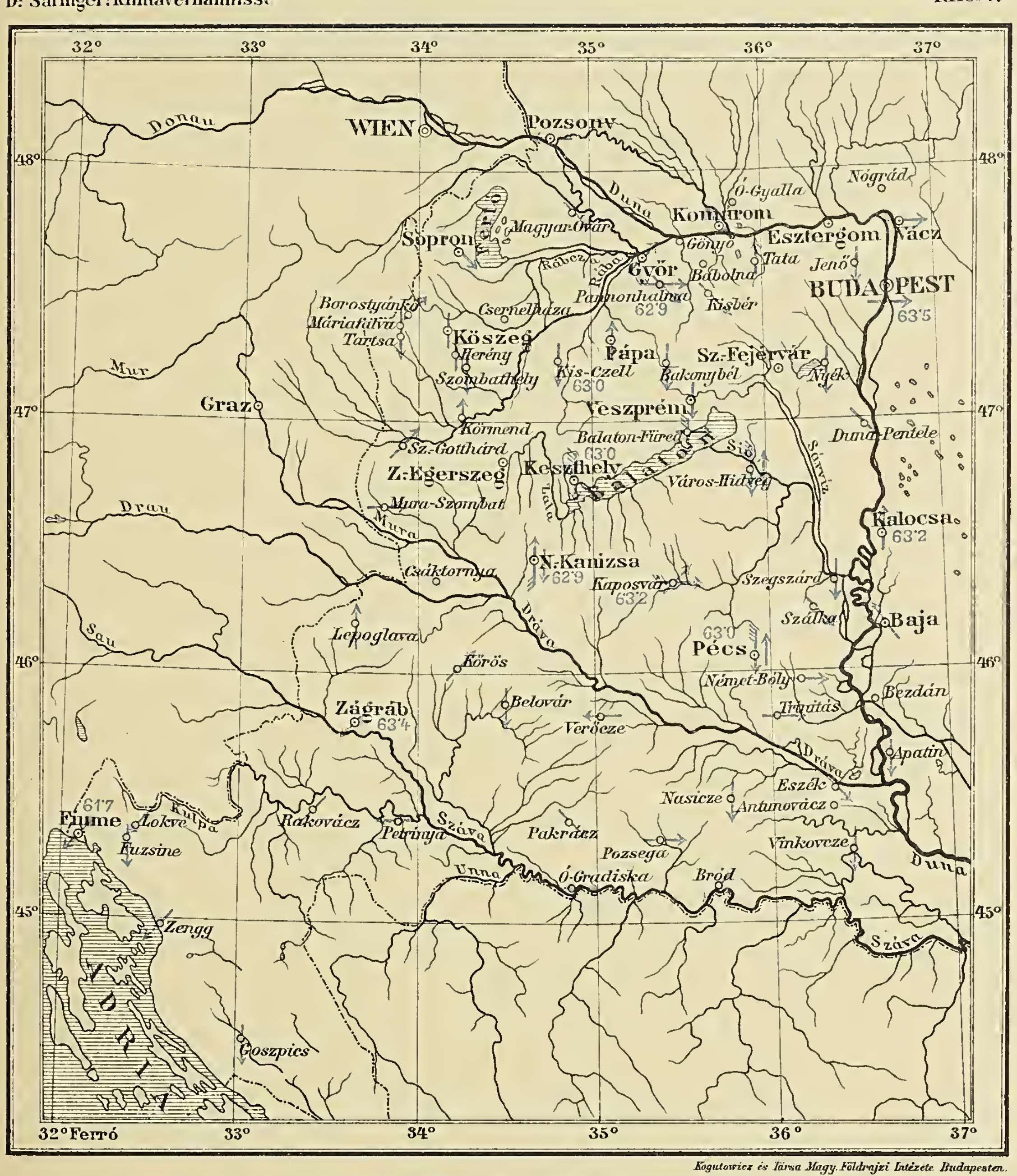




Maasstab 1:3.000 000.

Luftdruck und die zwei Hauptwindrichtungen im Sommer.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete. Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Luftdruck und die zwei Hauptwindrichtungen im Herbst.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Temperatur im Jahre.





Maasstab 1:3.000000.

Temperatur im Jänner.

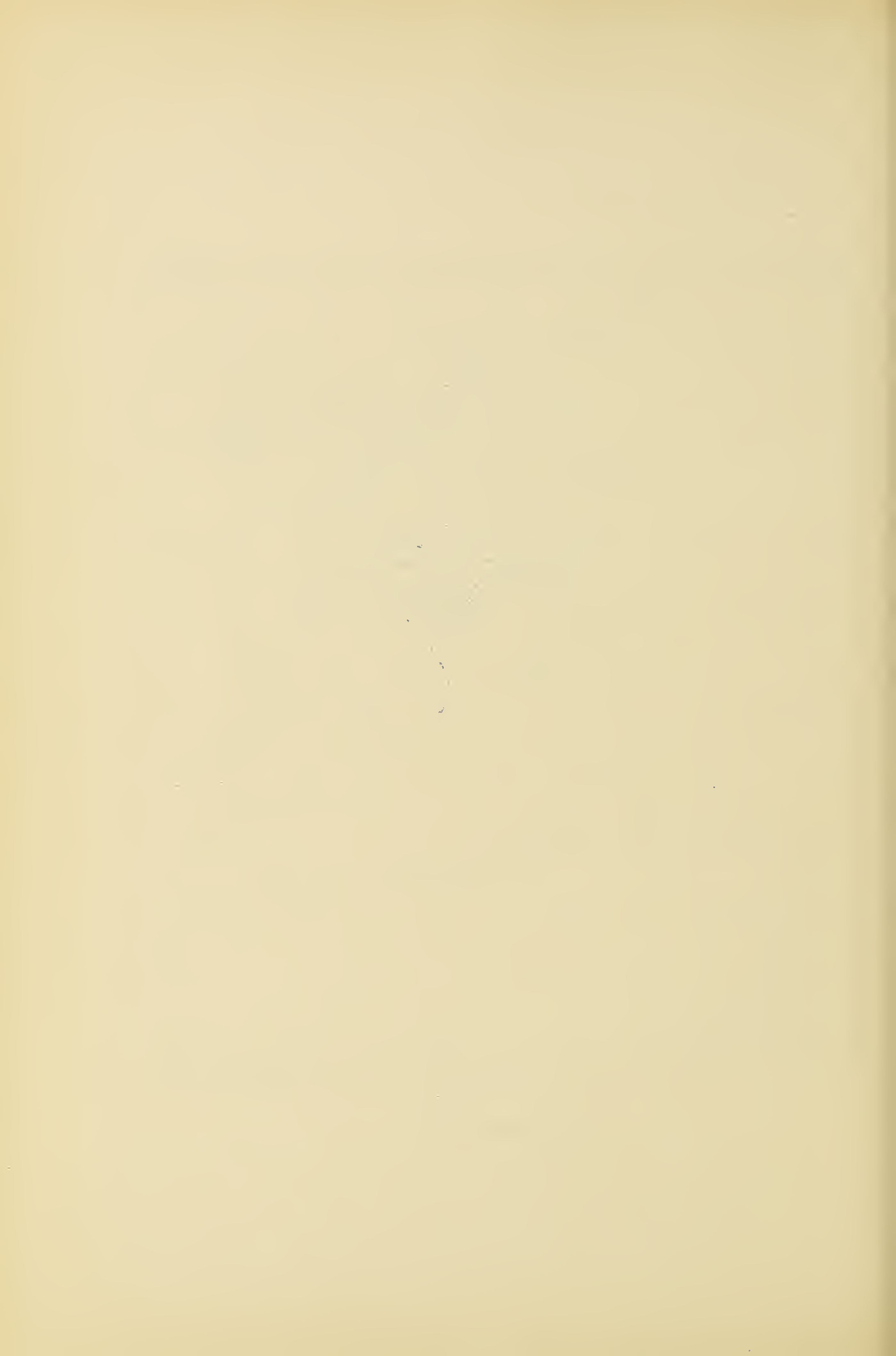




Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000000.

Temperatur im Juli.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000000.

Temperatur im Oktober.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000000.

Temperatur im November



I. Band. Physische Geographie des Balatonsees und seiner Umgebung.

I. Theil. Geographische Beschreibung der Balatonseeumgebung, samt deren Orographie und Geologie. Von LUDWIG VON LÓCZY.
II. Theil. Hydrographie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY.
III. Theil. Limnologie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY.
IV. Theil. Meteorologische Verhältnisse der Umgebung des Balatonsees. Von Dr. JOHANN CANDID SÁRINGER, ***Niederschlag*** von Ingen. EDM. VON BOGDÁNFY und Pflanzenphaenologie von Dr. MORITZ STAUB.
V. Theil. Physikalische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees; Von EUGEN VON CHOLNOKY und LUDWIG VON LÓCZY.
VI. Theil. Chemische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees. Von Dr. LUDWIG VON ILOSVAY.

II. Band. Die Biologie des Balatonsees.

I. Theil. Fauna. — Einleitung und allgemeine Übersicht. Von Dr. GÉZA ENTZ.
1. Section. ***Protozoen.*** Von RAOUL FRANCÉ.
2. » ***Coelenteraten.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
3. » ***Turbellarien.*** Von Dr. KARL SZIGETHY.
4. » ***Nematoden.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
5. » ***Rotatorien.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
6. » ***Bryozoen.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
7. » ***Anneliden.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
8. » ***Fischparasiten.*** Von Dr. STEFAN VON RÁTZ.
9. » ***Crustaceen.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
10. » ***Hydrachniden.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
11. » ***Mollusken.*** Von Dr. KARL BRANCSIK u. Dr. EUGEN V. DADAY.
12. » ***Fische.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
13. » ***Amphibien und Reptilien.*** Von LUDWIG VON MÉHELY.
14. » ***Vögel.*** Von Dr. ALEXANDER VON LOVASSY.

II. Theil. Flora.
1. Section. ***Kryptogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung.*** Von Dr. JULIUS VON ISTVÁNFFI.
2. » Phanerogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung. Von Dr. VINCENZ VON BORBÁS.

III. Band. Social- und Anthropogeographie des Balatonsees.

1. Theil. Archaeologische Skizze der Balatonseeumgebung. Von Dr. VALENTIN KUZSINSZKY.
2. » Ethnographie der Einwohner des Balatonseegebietes. Von Dr. JOHANN JANKÓ.
3. » Bibliographie des Balatonsees. Von Dr. JOHANN SZIKLAY.

Dies Werk erscheint in einzelnen Teilen in der Reihenfolge, in welcher die selbstständigen Teile zum Abschluss gelangen.

Budapest, am 1. November 1898.

Ludwig von Lóczy,
Präsident der Plattenseecommission der Ung. Geogr. Gesellschaft.

ERSCHEINT IN COMMISSION DER VERLAGSHANDLUNG VON

ED. HÖLZEL, WIEN.

Die mit fettgedruckten Theile und Sectionen sind bereits erschienen.

K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI V. HORNYÁNSZKY.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

VIERTER THEIL.

ZWEITE SECTION.

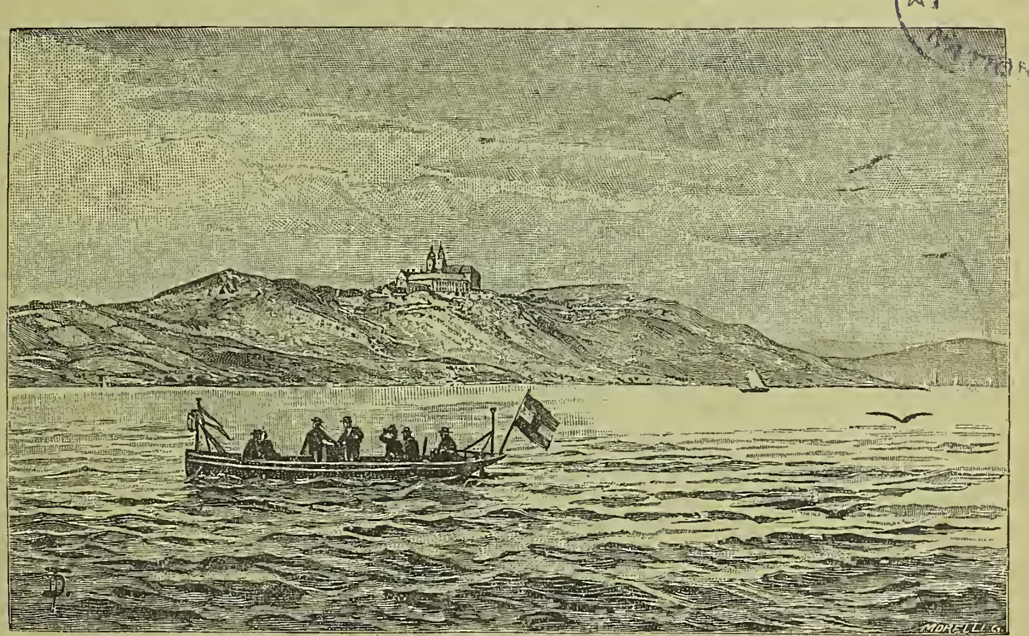
NIEDERSCHLAGSVERHÄLTNISSE UND REGENKARTEN (AUS DEN JAHREN 1882—1891.) DER BALATONSEE-GEGEND

VERFASST VON

ÖDÖN v. BOGDÁNFY

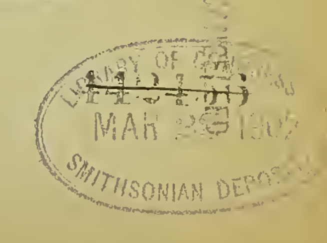
KÖN. INGENIEUR.

UEBERSETZT AUS DEM UNG. ORIGINALE.



MIT 2 TEXTZINKOGRAPHIEN, 8 TABELLEN UND 18 ZINKOGRAPHIRTEN KARTENBEILAGEN.

WIEN, 1899.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.



RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEECOMMISSION DER UNG. GEOGR. GESELLSCHAFT.

DREI BÄNDE.

DER Ausschuss der Ung. Geographischen Gesellschaft beschloss in der ordentlichen Sitzung vom 7. März 1891 auf Antrag des damaligen Präsidenten die geographische Erforschung einzelner Gegenden des Ungarischen Reiches mit der gründlichen Untersuchung des Balatonsees zu beginnen, und übertrug die Aufgabe der wissenschaftlichen Erforschung dieses grossen heimatlichen Sees einer Commission. Die Plattensee-Commission constituirte sich am 15. März 1891 aus hervorragenden Fachmännern Ungarns und schritt sogleich ans Werk.

Da die Ung. Geographische Gesellschaft nicht über genügende Geldmittel verfügt, wäre das Ziel der Plattensee-Commission unerreicht geblieben, hätten nicht ***das Ministerium für Ackerbau, die ung. Akademie der Wissenschaften, das Comitat Veszprém und Herr Dr. Andor von Semsey*** in edler Opferfreudigkeit das Unternehmen gefördert, und die Commission mit bedeutenden Summen unterstützt.

Wir sprechen auch an diesem Orte unsern Förderern tiefgefühlten Dank aus, besondern den Herren Ackerbauministern GRAF ANDREAS BETHLEN, GRAF ANDOR FESTETICH und DR. IGNAZ VON DARÁNYI, die mehrere Jahre hindurch vorsehend Sorge trugen, dass die bedeutenden Kosten des wissenschaftlichen Unternehmens im Staatsbudget Deckung finde. Nicht minder fand die Commission in der dem k. ung. Ackerbauministerium einverleibten ***Hydrographischen Section*** und dem ***K. ung. Centralinstitute für Meteorologie*** wirksame moralische und materielle Stütze, indem die Herrn Sectionsräte JOSEF VON PÉCH und S. ALADÁR VON KOVÁCS als Chef und Vicechef der Hydrographischen Section die Bodenvermessung und Wasserstandregistrirung des Plattensees in das officielle Programm aufnahmen, und Herr Ministerialrat DR. NICOLAUS VON KONKOLY-THEGE, als Director des k. ung. meteorologischen Institutes unsere am Plattensee errichteten Stationen mit meteorologischen Instrumenten versah.

Mit besonderer Anerkennung sprechen wir auch den staatlichen- und Privatforstbeamten, den Verkehrsunternehmungen, den Anwohnenden des Balatonsees und den zahlreichen externen Mitarbeitern unsern Dank aus, teils für die eingesandten wertvollen Daten und Berichte, theils für die vielen Begünstigungen und die Gastfreundschaft, welche sie unseren Forschern erwiesen.

Die Resultate der fünfjährigen Arbeit treten nunmehr vor die Öffentlichkeit, und wir bauen darauf, dass sie durch die öffentliche Kritik dem in uns gesetzten Vertrauen entsprechend gefunden werden.

Den Anstoss zur Publication verdanken wir der hohen Regierung. Ihre Excellenzen, die Herren Minister DR. IGNAZ VON DARÁNYI für Ackerbau und DR. JULIUS WLASSICS für Cultus- und Unterricht wiesen aus dem Budget von den Jahren 1896—98 für die Veröffentlichung der Wissenschaftlichen Monographie des Balatonsees bedeutende Summen an, und stellten diese auch für die kommenden Jahre in Aussicht.

Die Arbeit erscheint in längstens zwei Jahren, in drei, dem vorliegenden Theile ähnlichen Bänden mit vielen Zeichnungen und Kartenbeilagen. Ihr Inhalt ist der folgende:

Die Fortsetzung befindet sich auf der dritten Seite des Umschlages.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

VIERTER THEIL.

ZWEITE SECTION.

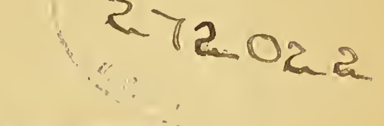
NIEDERSCHLAGSVERHÄLTNISSE UND REGENKARTEN (AUS DEN JAHREN 1882—1891.) DER BALATONSEE-GEGEND

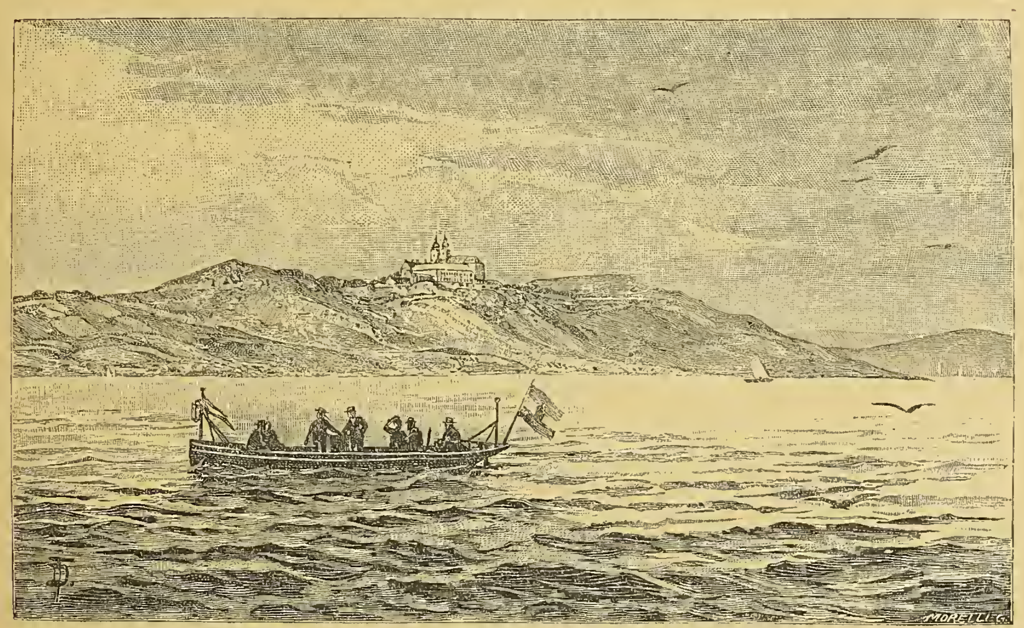
VERFASST VON

ÖDÖN v. BOGDÁNFY

KÖN. INGENIEUR.

UEBERSETZT AUS DEM UNG. ORIGINALE.





MIT 2 TEXTZINKOGRAPHIEN, 8 TABELLEN UND 18 ZINKOGRAPHIRTEN KARTENBEILAGEN.

WIEN, 1899.

COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.

K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI V. HORNYÁNSZKY.

ZWEITE SECTION

NIEDERSCHLAGSVERHÄLTNISSE

UND

REGENKARTEN

(AUS DEN JAHREN 1882—1891.)

DER

BALATONSEE-GEGEND.

VERFASST VON

ÖDÖN v. BOGDÁNFY

KÖN. INGENIEUR.

MIT 2 TEXT-ZINCOGRAPHIEN, 8 TABELLEN UND 18 ZINCOGRAPHIRTEN KARTENBEILAGEN.



Die Niederschlagverhältnisse der Balaton-Gegend mit gehöriger Pünktlichkeit und den streng wissenschaftlichen Anforderungen entsprechend darzustellen, ist derzeit noch eine Unmöglichkeit. Ueber die Balaton-Gegend fehlen nämlich alle drei Bedingungen, an welche die klare Erkenntniss der Regenverhältnisse irgend einer Gegend geknüpft ist: nämlich die gehörige Anzahl von Beobachtungs-Stationen, eine lange Beobachtungsreihe und endlich die Herkunft der Beobachtungen aus einer und derselben Zeit, oder was dasselbe ist, die Homogeneität ihrer Werthe.

Die Anzahl der Beobachtungs-Stationen ist, wie dies auch die hierstehende Fig. 1 zeigt, überaus gering. Versteht man unter dem Ausdrucke Balaton-Gegend dasjenige Gebiet, dessen Niederschläge in den See zusammenfliessen, so wurden

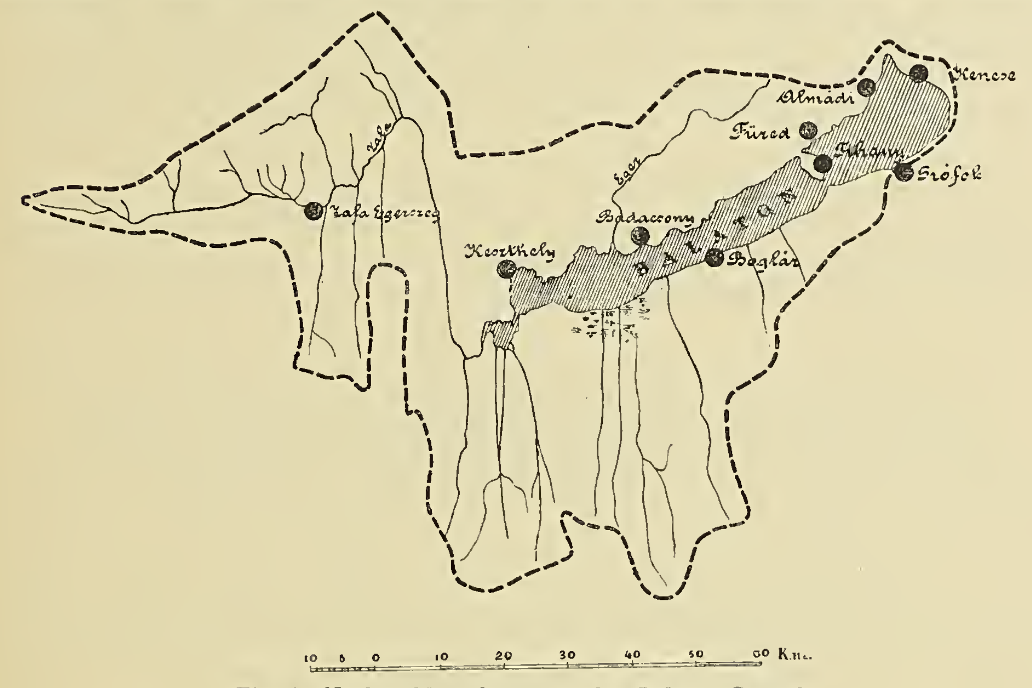


Fig. 1. *Niederschlags-Stationen der Balaton-Gegend.*

bis zum Jahre 1891 in dieser Gegend nur in Zala-Egerszeg, Keszthely, Balaton-Füred und Boglár Beobachtungen angestellt, und zwar eine sehr verschiedene Zeitdauer hindurch. In den Jahren 1891 und 1892 traten noch die durch die

---

Anmerkung. Die Hydrographische Section des, dem k. ung. Ministerium für Landwirthschaft und Ackerbau einverleibten, Wasserbau- und Bodenverbesserungs-Reichsamtes hat auch den Gang des Niederschlages in Ungarn zum Gegenstande des eingehenden Studiums gemacht. Die Untersuchungen über die Aufzeichnungen aus den Jahren 1882—91 hat der Verfasser dieser Section ausgeführt und die 10-jährigen Niederschlagsverhältnisse des ungarischen Reiches auf 24 Karten im Massstabe 1:900,0000 graphisch zusammengestellt. Diese Arbeit wurde der III. Abtheilung der Ung. Akademie der Wissenschaften am 15. März 1897 unter dem Titel «Ombrometriai tanulmányok a magyar korona terülétén (Ombrometrische Studien auf dem Gebiete der Länder der ungarischen Krone) vom Vervasser vorgelegt (Auszugsweise wurde sie publizirt im «Math. és Természettud. Értesitő», XV. köt. p. 107). Wir haben dem Herrn köngl. Ingenieur Ödön v. Bogdánfy unseren Dank auszusprechen, dass er auf unsere Bitte aus seiner umfassenden Arbeit und aus seinen Karten diejenige Theile, welche auf den Landestheil jenseits der Donau sich bezogen, hier zuerst publizirt hat und gleichfalls danken wir dem Herrn Sectionsrath Josef v. Péch, dem verdienstvollen Vorstande der Hydrographischen Section, dass er dazu gütigst seine Bewilligung gab. L. v. Lóczy.

Balatonsee-Commission der Ung. Geogr. Gesellschaft errichteten Stationen Tihany, Badacsony, Siófok, Kenese und Almádi zu den oben genannten, auch die mittlerweile eingegangene Station Boglár wurde reorganisirt. Diese neueren Beobachtungs-Stationen gingen im Jahre 1897 in die Administration der k. ung. Meteorologische und Erdmagnetischen Central-Anstalt über und einige sind zur Zeit schon ausser Function gesetzt. Unmittelbar an dem See verfügen wir also für die Zeit 1891—1897 schon über eine genügende Anzahl von Stationen, für die gebirgige Umgebung sind dieselben aber noch immer zu wenig.

Beim Studium des Regenganges wird jedoch der grösste Übelstand dadurch verursacht, dass für die einzelnen Beobachtungs-Stationen die Reihe der Beobachtungen nicht genügend lang ist und dass sich die Beobachtungen nicht auf dieselbe Zeitperiode beziehen. Die meisten und sichersten Daten liefert die Station Keszthely, wo die systematischen und continuirlichen Beobachtungen der Niederschlags-Verhältnisse schon seit dem Jahre 1871 andauern. In Zala-Egerszeg beginnen die Beobachtungen mit dem Jahre 1882, sind aber schon etwas lückenhaft. Aus Balaton-Füred bestehen die Aufzeichnungen von 1874 an, sind jedoch stellenweise lückenhaft und nicht fehlerfrei. In Boglár wurden die Niederschläge einmal schon in den Jahren 1883—1886 beobachtet. Die anderen Stationen sind, wie ich schon erwähnte, neueren Datums. Folgende Zusammenstellung zeigt auf Grund der in den Jahrbüchern des kön. ung. Instituts für meteorologischen und Erdmagnetismus enthaltenen Daten die Beobachtungsreihen der Stationen in der Seeumgebung, die Beobachtungszeit und die in Millimetern ausgedrückte jährliche Niederschlagsgrösse.

I. Ausweis über die Niederschlags-Stationen der Balaton-Gegend, die Beobachtungszeiten und die in Millimetern ausgedrückte jährliche Niederschlagsmenge.

Jahre	Zala-Egerszeg	Keszthely	Balaton-Füred	Boglár	Tihany	Badacsony	Siófok	Kenese	Almádi
1871	—	673	—	—	—	—	—	—	—
1872	—	577	—	—	—	—	—	—	—
1873	—	570	—	—	—	—	—	—	—
1874	—	660	—	—	—	—	—	—	—
1875	—	592	511	—	—	—	—	—	—
1376	—	797	723	—	—	—	—	—	—
1877	—	579	443	—	—	—	—	—	—
1878	—	883	—	—	—	—	—	—	—
1879	—	907	—	—	—	—	—	—	—
1880	—	727	488	—	—	—	—	—	—
1881	—	638	—	—	—	—	—	—	—
1882	—	649	? 214	—	—	—	—	—	—
1883	737	561	—	432	—	—	—	—	—
1884	678	592	? 111	? 375	—	—	—	—	—
1885	634	532	—	533		—	—	—	—

Jahre	Zala-Egerszeg	Keszthely	Balaton-Füred	Boglár	Tihany	Badacsony	Siófok	Kenese	Almádi
1886	690	614	524	?371	—	—	—	—	—
1887	?666	623	551	—	—	—	—	—	—
1888	—	586	409	—	—	—	—	—	—
1889	?716	690	534	—	—	—	—	—	—
1890	622	581	423	—	—	—	—	—	—
1891	752	563	731	—	—	—	—	—	—
1892	702	706	589	626	507	—	627	—	716
1893	652	648	719	713	624	577	788	—	—
1894	775	589	623	552	498	—	580	641	—
1895	995	786	704	832	655	—	730	—	—
1896	832	756	708	—	523	—	777	696	—

Wie aus diesem Ausweise ersichtlich ist, sind die Aufzeichnungen mangelhaft genug. Die mit Fragezeichen versehenen Daten wurden auf combinativem Wege festgestellt, so z. B. für Zala-Egerszeg die Daten der Jahre 1887 und 1889 (die jedoch ziemlich vertrauenswürdig sind), zum Theil sind dieselben der allergrössten Wahrscheinlichkeit nach fehlerhaft, wie die von Balaton-Füred aus den Jahren 1882 und 1884, und die von Boglár aus den Jahren 1884 und 1886. Ausserdem leiden die bis zum Jahre 1880 hinaufreichenden Balaton-Füreder und die bis zum Jahre 1886 reichenden Boglárer Aufzeichnungen an etwas Unbestimmtheit. Auf diese Art erstrecken sich also bis zum Ende des Jahres 1896 die zu Gebote stehenden vertrauenswürdigen Angaben für Zala-Egerszeg auf 13 Jahre, für Keszthely auf 26 Jahre, für Balaton-Füred auf 11 Jahre, für Boglár auf 4 Jahre, für Tihany auf 5 Jahre, für Badacsony auf 1 Jahr, für Siófok auf 5 Jahre, für Kenese auf 2 Jahre, für Almádi auf 1 Jahr; die Stationen, deren jährliches Durchschnittsmittel — obwohl in puncto Genauigkeit mit überaus veränderlichem Gewicht — überhaupt berechenbar erscheinen, sind also blos die Folgenden: Zala-Egerszeg, Keszthely, Balaton-Füred, Boglár, Tihany und Siófok. In nachfolgender Tabelle finden sich die Jahresmittel angegeben. Behufs Vergleichung fügen wir noch die durch Herrn Raum im Januarhefte für 1898 des «Magyar Mérnök- és Építész-egylet Közlönye» (Mittheilungen des Ung. Ingenieur- und Architectenvereins) erschienenen Durchschnitte bei, gleichwie auch die nach älteren Bestimmungen erhaltenen Durchschnitte, so wie dieselben Dr. Schenzl in seinem Werke «A Magyar Korona Országainak Csapadékviszonyai» (Die Niederschlagsverhältnisse der Lände der Ungarischen Krone) herausgegeben hat.

2. *Jahres-Durchschnitt der Niederschläge der Balatonsee-Gegend.*

Name der Station	Meereshöhe in m.	Beobachtungs Periode	Zahl der Beobachtungsjahre	Durchschnitt des Niederschlages in mm.	Anmerkungen
Zala-Egerszeg . .	156	1883—96	13	727	
		1883—86 } 1890—95 }	10	723	Nach Raum
		1883—84	2	708	Nach Schenzl
Keszthely . . .	117	1871—96	26	657	
		1871—95	25	655	Nach Raum
		1871—84	14	672	Nach Schenzl
			6	646	Nach Sonklar
Balaton-Füred . .	146	1886—96	11	592	
		1875—84	7	408	Nach Schenzl
			3	559	Nach Sonklar
Boglár.	110	1892—95	4	681	
		1883—84	2	403	Nach Schenzl
Tihany	189	1892—96	5	561	
Siófok	112	1892—96	5	700	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass sich die älteren, aus einer geringeren Anzahl von Beobachtungen berechneten Durchschnitte von den neueren ziemlich stark unterscheiden. Mit den neueren Daten verglichen, zeigen die Balaton-Füreder und Boglárer Durchschnitte Schenzl's die grössten Abweichungen; dieser Umstand rührt jedoch, wie ich schon oben erwähnte, aus den alten, fehlerhaften Beobachtungen her.

Und obwohl sich nun die neueren Durchschnitte der einzelnen Stationen auf unbezweifelbar richtige Angaben stützen, können dieselben doch nicht ohneweiters mit völliger Gewissensruhe untereinander verglichen werden. Die Durchschnitte beziehen sich nämlich nicht auf dieselben Zeitperioden und das trockene und nasse Wetter pflegt periodisch abzuwechseln. Dieser Umstand bewog die hydrographische Section des Reichamtes für Wasserbau und Bodenverbesserung, bei Gelegenheit des eingehenden Studiums der Regenverhältnisse Ungarns, dazu einen zehnjährigen Cyclus auszuwählen und nur diejenigen Niederschlagsdaten aufzuarbeiten, die innerhalb dieser 10 Jahre beobachtet wurden.

Der ausgewählte Cyclus erstreckt sich von 1882—1891. Aus dieser Zeit fanden sich nur 163 solche Stationen im ung. Reiche, von welchen auf volle 10Jahre erstreckende Daten vorhanden, oder aber in einem derartig geringen Maasse mangelhaft waren, dass nach der zuerst von Fournié ausgesprochenen Regel — derzufolge zwischen den Daten zweier nahe zu einander gelegenen Stationen für Niederschlagsmessung ein nahezu constantes Verhältniss besteht — die Durchschnitte auch aus diesen, ohne dass hiedurch die Genauigkeit Einbusse erleiden würde, bestimmt werden könnten.

Bezüglich dieser 163 Stationen bestimmten wir sodann die Durchschnitte der jährlichen, halbjährlichen, vierteljährlichen und monatlichen Niederschläge, ferner die

Durchschnittszahl der Regentage pro Jahr und für die einzelnen Jahreszeiten, endlich stellten wir dieselben tabellarisch zusammen und illustrirten die Daten auf 24 colorirten Karten.

Zu bedauern ist, dass die erwähnten 163 Stationen über das Reich hin recht unregelmässig zerstreut sind, derart, dass während bezüglich des Wassergebietes der Theiss die Karten eine ausgezeichnete Uebersicht bieten, die Illustrationen der Verhältnisse Transdanubiens viel weniger vollkommen sind und sich mit der Vermehrung der Niederschlags-Stationen und Beobachtungen um ein Beträchtliches modificiren werden. Aus der Balaton-Gegend fungiren auf denselben blos Zala-Egerszeg, Keszthely und Balaton-Füred.

Trotzdem habe ich zu Zwecken dieser Studie aus diesen Karten alle die für die Balatongegend Interesse besitzenden Details herausgezeichnet, da die Abbildungen deutlich genug die Rolle anzeigen, die in Betreff des Regenganges der Balaton-Gegend zufiel. In minutiöse Details werden wir uns mit unseren Folgerungen nicht einlassen, erwähnt ja doch Belgrand im Allgemeinen schon über die Mittel werthe, dass dieselben gar oft des wissenschaftlichen Werthes entbehren und es ein ziemlich gefährliches Ding ist, aus denselben delicate Regeln aufzustellen.

Auf den Karten fungiren, auf die Balaton-Gegend bezüglich, die in den unten gegebenen Zusammenfassungen enthaltenen Daten:

3. Durchschnittsmenge des monatlichen Niederschlages (in mm. ausgedrückt) der Balatonsee-Gegend auf Grund der im Decennium von 1882 bis 1891. angestellten Beobachtungen.

Name der Beobachtungs-Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Ganzes Jahr
Zala-Egerszeg .	48	20	53	65	61	80	55	77	54	80	61	49	703
Keszthely . . .	16	18	39	58	53	57	65	79	49	83	51	35	603
Balaton-Füred .	24	20	28	42	41	42	38	46	44	51	34	31	441

4. Durchschnittliche Vertheilung des Niederschlages (in mm. ausgedrückt) der Balatonsee-Gegend in den einzelnen Jahreszeiten. Auf Grund der im Decennium von 1882 bis 1891. angestellten Beobachtungen.

Name der Beobachtungs-Station	Frühling März—Mai	Sommer Juni—August	Herbst Sept.—November	Winter Dez.—Februar	Sommer-Halbjahr Mai—Okt.	Winter-Halbjahr Nov.-Apr	Ganzes Jahr
Zala-Egerszeg .	179	212	195	117	407	296	703
Keszthely . . .	150	201	183	69	386	217	603
Balaton-Füred .	111	126	129	75	262	179	441

5. Durchschnittliche Anzahl der Niederschlagstage in der Balatonsee-Gegend auf Grund der Beobachtungs-Daten im Decennium 1882—1891.

Name der Beobachtungs-Station	Frühling März—Mai	Sommer Juni—Aug.	Herbst Sept.—Nov.	Winter Dez—Febr.	Ganzes Jahr
Zala-Egerszeg . . .	29	28	27	25	109
Keszthely	27	29	27	18	101
Balaton-Füred . . .	19	17	19	18	73

Wie aus diesen Ausweisen hervorgeht, waren die Jahre 1882—91 verhältnissmässig trocken, da die aus denselben gewonnenen Niederschlagsmittel um ein Beträchtliches kleiner sind, als die oben mitgetheilten und aus einer längeren Periode gewonnenen Durchschnitte. In Zala-Egerszeg beträgt die Differenz 27 mm., in Keszthely 54 mm., in Balaton-Füred 151 mm. Diese letztere ist unmässig gross, was daher stammt, dass die fehlerhaften 1882-er und 1884-er Daten den Durchschnitt etwas ungünstig beeinflussten. Vom Gesichtspunkte der allgemeinen Vergleichung sind die Karten deswegen doch ziemlich vertrauenswürdig. Auf den selben sind auch die Niederschläge der ausserhalb der Balaton-Gegend fallenden Gebiete dargestellt und es wird auf diese Weise der Regengang des ganzen südwestlichen Ungarns sichtbar.

Bei dieser Art von Studien muss das Augenmerk auf drei Umstände gerichtet sein, da es hauptsächlich diese sind, die auf den Regengang einer Gegend hervorragenden Einfluss ausüben, und zwar sind diese: die orographischen Verhältnisse der Gegend, die Entfernung derselben vom Meere und endlich die Richtung der regenbringenden Winde.

Das Wassergebiet des Balatonsees erstreckt sich nirgends in die Region der Hochgebirge und hat überaus mittelmässige Höhencoten. Die höchsten Punkte liegen an der nördlichen Wasserscheide, im Bakonyer Walde in einer Höhe von 400—600 m., im Westen und Süden befindet sich die Höhe der Wasserscheide zwischen 150—350 m., während dieselbe im Osten und im Süd-Südwesten bis zu 100 m. herabsinkt. Das Becken flacht sich daher nach Osten und Süd-Südwesten zu ab und steigt nach Norden, Westen und Süden zu an. Der Regengang fällt nun mit dieser allgemeinen orographischen Eintheilung zusammen. Im Allgemeinen erhält die Balaton-Gegend jährlich nur eine mittlere Niederschlagsmenge und sind die Niederschläge des Nordwesten, Westen und Südwesten im Verhältniss zur hügeligen und gebirgigen Umgebung um Vieles stärker als die des Osten.

Ebenso gelangt im Regengange der Gegend auch die grosse Entfernung vom Meere in überaus prononcirter Weise zum Ausdruck. Diejenigen Theile des Beckens, die zum Meere näher sind: die südlichen und südwestlichen Theile erhalten viel mehr Niederschläge, als die nordöstlichen und östlichen Theile. Ausserdem werden wir in unseren späteren Ausführungen ersehen, dass bezüglich der periodischen Vertheilung des Regens das Meer gleichfalls seine Nähe fühlen lässt.

Was die Richtung der Regenwinde anbelangt, bringen in der Balaton-Gegend beinahe ausschliesslich die südwestlichen Luftströmungen den Niederschlag. Die Richtung der allgemeinen Lage des Beckens stimmt in Vielem mit der Richtung des Regen-

windes überein, derart, dass diejenigen eigenthümlichen Niederschlagsverhältnisse, die durch den Regenwind und die Lage der Thalrichtungen entstehen, hier nicht sehr vorkommen. Der Regenwind kann die Gegend gleichfalls gleichmässig bestreichen. Unter allen Stationen für Niederschlagmessung scheint einzig Tihany ein wenig unter dem Schatten des Regenwindes zu liegen, denn obwohl dasselbe um ein Beträchtliches höher liegt, als das benachbarte Balaton-Füred, erhält dasselbe verhältnissmässig dennoch weniger Niederschläge. (Siehe die Tabellen Nr. 1 und 2.)

Das Wassergebiet des Balatonsees rechtfertigt also die Regel von Dausse—Belgrand, derzufolge die Regenmenge eines Ortes mit der Höhe der betreffenden Orte über dem Meere in geradem und der Entfernung desselben vom Meere in umgekehrtem Verhältnisse steht, vollauf. Doch darf man natürlicherweise die Regel auch hier nicht in der stricten Bedeutung der Worte nehmen.

Was nun die jährliche Vertheilung des Regens betrifft, müssen wir hierüber Folgendes bemerken: Der grösste Theil der Balaton-Gegend erhält eine Niederschlagsmenge unter 700 mm.; nur im westlichen Winkel erhebt sich dieselbe höher. Im Osten ist ein stetiges Sinken der Niederschlagsmenge bemerkbar, das um Tihany herum ihr Minimum erreicht. Auf der Karte wird dieses Minimum von der 500 mm.-Isohiëte begrenzt, was einigermassen ungenau ist, nachdem sich dieses Minimum ein wenig über 500 mm. erhebt. Auf der Karte ist auch ersichtlich, dass sich der Niederschlag von der Meeresküste bis zum Balaton stetig verringert, und während für Fuzsine das Jahresmittel 2490 mm. erreicht, fällt dasselbe gegen den Balaton zu gradatim auf ein Fünftel herab. Ferner ist es überaus charakteristisch, dass der östliche Theil der Balaton-Gegend in Bezug auf den Niederschlag schon in die Zone des grossen Alfölds, d. i. in die Regenzone unter 600 mm. fällt, welcher der centrale Theil des grossen ungarischen Beckens bis zu den höheren Randgebirgen hin angehört.

Vom Standpunkte der klimatischen Verhältnisse, der Biologie des Sees und besonders vom Standpunkte des Ackerbaues besitzen diejenigen Verhältnisse, durch welche die periodische Vertheilung des Niederschlages charakterisirt wird, wohl mehr Interesse, als die im Vorigen vorgetragenen allgemeinen Verhältnisse der regionalen Vertheilung des jährlichen Niederschlages.

Um nun ein klares und helles Bild der periodischen Vertheilung der Niederschläge der Balaton-Gegend zu erhalten, ist es nothwendig, dass sich unsere Aufmerksamkeit auch auf andere Gegenden des Landes erstrecke.

In Ungarn lassen sich, wie Gasparin dies für ganz Europa angibt, in Bezug auf die periodische Vertheilung des Niederschlages zwei Hauptzonen unterscheiden: die Zonen der Sommer-Regen und die Zone der Herbst-Regen. Jene nimmt im Innern des Landes, beziehentlich des Continents, diese den Meeresküsten entlang platz.

In der Zone der Sommer-Regen sind die Niederschläge im Sommer am grössten und im Winter am kleinsten; in der Zone der Herbstregen fällt das Maximum in den Herbst und Winter, das Minimum in den Sommer.

Dieses Phänomen erklärt Raulin folgendermaassen: Im Winter ist die Temperatur des Meeres wärmer, als die des Continents und der Verdunstung zuträglicher; da nun das Littorale kälter ist, condensirt sich hier die Luftfeuchtigkeit, während einwärts, auf den Continent schon viel weniger Dünste gelangen. Im Sommer ist gerade umgekehrt, die Meerestemperatur niedriger, als die der Küste und es ist für die Dunstbläschen unmöglich, sich auf den durchwärmten

Küstengegenden leicht niederzuschlagen; deshalb auch nur weiter im Innern des Landes, wo sich Berge erheben, oder noch mehr in Folge der starken nächtlichen Abkühlung reiche Niederschläge entstehen.

So erklärt es sich denn, dass auch in der Nähe des ungarischen Küstenlandes im Sommer nur verhältnissmässig wenig Regen fällt und das Maximum in den Oktober fällt, während in Orten, wie z. B. in Siebenbürgen, das Maximum im Juni auftritt und im Herbst, besonders aber im Winter überaus wenig Regen fällt. Natürlich ist dabei, dass diese beiden Zonen nicht allzuscharf abgegrenzt sind und zwischen denselben Uebergangs-Zonen bestehen.

In den der Meeresküste nahen Gegenden besteht das Herbstmaximum, während das Sommerminimum verschwindet und auf den Winteranfang fällt. In diese Uebergangs-Zone gehört nun auch die Balaton-Gegend. In den vom Meere noch weiter entfernt liegenden Gegenden fällt sodann die grösste Niederschlagsmenge schon in den Sommer, doch finden sich auch im Herbst relative Maxima. Diese letztere Uebergangs-Zone steht schon zur rein continentalen Zone näher.

Um die Lage der Balaton-Gegend bezüglich der Vertheilung der Niederschläge aufzuklären, vergleichen wir in der unten folgenden Zusammenstellung die Station Keszthely mit den Stationen Fuzsine und Kolozsvár, von denen erstere die littorale, letztere die continentale Zone repräsentirt. Behufs Erleichterung der Vergleichung stellten wir in die Tabelle N. 6 nicht die Menge des gemessenen Niederschlages, sondern blos diejenige Verhältnisszahl ein, die in Promillen das Verhältniss zwischen dem Niederschlage der einzelnen Monate und des ganzen Jahres angibt.

6. Ausweis der Niederschlags-Zonen im ungarischen Reiche.

Name der Beobachtungsstation	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Ganzes Jahr
Fuzsine	56	*42*	**116**	76	*60*	**91**	*42*	45	73	**152**	137	110	1000
Keszthely . . .	*27*	30	65	**96**	*88*	94	108	**131**	*81*	**137**	85	58	1000
Kolozsvár . . .	*26*	33	45	70	135	**170**	160	102	85	71	56	47	1000

Die in diesem Ausweise enthaltenen Daten habe ich in Fig. 4 auch graphisch veranschaulicht. Diese Figur zeigt ganz deutlich, dass die Zone der Balaton-Gegend schon nicht mehr in die Zone des Sommer-Minimums fällt, wie z. B. Fuzsine, da in derselben Regenwetter auch im Sommer häufig sind, doch fällt dieselbe auch nicht in die Zone des Sommer-Maximums wie Kolozsvár, indem das absolute Maximum im Oktober erscheint. Noch muss ich hier bemerken, dass sich die Daten des Ausweises auf die Durchschnitte der Jahre 1882—91 beziehen und je nachdem man nun längere oder kürzere Zeitperioden in Betracht zieht, können diese Daten auch einige Veränderungen erfahren.

Nach Angot ergibt jedoch die in Promillen ausgedrückte relative Vertheilung der Niederschläge nach Monaten, d. i. die *relative Regenvertheilung* der einzelnen Monate das Maass der Regenvertheilung nur unvollkommen, was daher kommt, dass die einzelnen Monate verschieden lang sind und sich daher die Verhältniss-

zahlen nicht auf gleiche Zeiträume beziehen. Dem Fehler abzuhelfen, empfiehlt Angot zwei Methoden:

1. Würde sich der Regen auf das ganze Jahr gleichmässig vertheilen, so müsste in den Monaten mit 31 Tagen $85^0/_{00}$, in den Monaten mit 30 Tagen $82^0/_{00}$ und in dem Monat mit 28 Tagen 77 Promille der jährlichen Regenmenge herabfallen. Zieht man nun diese Daten aus der relativen Regenvertheilung der einzelnen

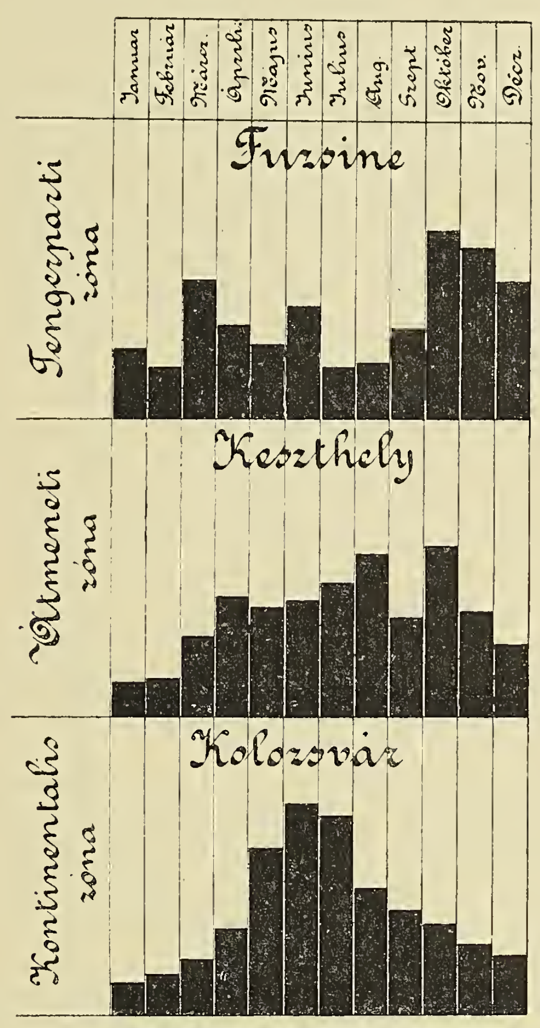


Fig. 2. *Niederschlags-Zonen in Ungarn.*

Monate ab, so bilden die sich derartig ergebenden Differenzen das Maass für die wirkliche Regenvertheilung. Ist die Differenz positiv, so haben wir einen regenreichen Monat, bei negativer Differenz hingegen einen regenarmen

2. Wir können auch aus der relativen Regenvertheilung und den obigen Zahlen Verhältnisszahlen bilden; sind diese Zahlen grösser als die Einheit, so war der Monat regnerisch; sind sie kleiner, so war er trocken.

Für die Station Keszthely fertigte ich nun die Berechnungen auf beiderlei Weise an und erhielt hiebei folgende Tabelle:

7. Vertheilung der feuchten und trockenen Monate in der Balaton-Gegend.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
—58	—47	—20	+14	+3	+12	+23	+46	—1	+52	+3	—27
0 32	0·39	0·76	1·17	1·04	1·15	1·27	1·54	0·99	1·61	1·04	0·68

Die erste Zahlenreihe dieser Tabelle entstand durch Subtraction, die zweite durch Division. Beide zeigen ganz klar, dass in der Balaton-Gegend die Monate Januar, Februar, März, September und Dezember trocken; die Monate, April, Mai, Juni, Juli, August und Oktober regenreich sind; mit anderen Worten, in den ersteren Monaten fällt weniger Regen, als im Falle gleichmässiger Vertheilung auf die betreffenden Monate entfallen würde, während in den letzteren Monaten mehr Regen fällt. Ausserdem sind noch alle Glieder der Zahlenreihen auch unmittelbar unter sich selber vergleichbar, und daher die grössere oder kleinere Feuchtigkeit der Monate ganz genau bestimmbar.

Um ein Beispiel anzuführen, ist z. B. nach der Tabelle Nr. 7 die Regenvertheilung der Monate Mai und November die gleiche, obwohl nach der Tabelle Nr. 6 im Mai 88 Promille, im November 85 Promille der jährlichen Regenmenge fällt. Da jedoch der Mai 31, der November 30 Tage hat, gleichen sich diese beiden Differenzen aus.

Bezüglich der relativen (d.i. im Verhältniss zum ganzen Jahre gemessenen) Vertheilung derNiederschläge in den einzelnen Jahreszeiten, nahmen wir nur die Station Keszthely in Betracht, einerseits deshalb, weil wir von da die meisten und vertrauenswürdigsten Beobachtungs-Angaben besitzen und andererseits deshalb, weil die Balaton-Gegend verhältnissmässig ein derartig kleines Gebiet umfasst und der Regen das ganze Gebiet derartig gleich bestreicht, dass es überflüssig gewesen wäre, auch andere Stationen in Combination zu ziehen.

Nimmt man jedoch die absoluten (nicht mit der jährlichen Menge verglichenen) Werthe der Regenvertheilung in den einzelnen Jahreszeiten in Betracht, so müssen wir unsere Aufmerksamkeit nicht nur auf die gesammten Stationen der Balaton-Gegend, sondern auch auf die herumliegenden Beobachtungsorte richten. Zu solchen Untersuchungen eignen sich nun isohiëtische Karten am besten, die wir hier in grosser Anzahl beifügten.

Theilt man das Jahr in zwei, vom Mai—Oktober und vom November—April währende Halbjahre, so ist in der Balaton-Gegend das Sommer-Halbjahr um ein Beträchtliches regnerischer, als das Winter-Halbjahr. Während die Balaton-Gegend im Sommer von der 300 mm. Isohiëte eingerahmt wird, den südwestlichen Theil die 450 mm. Isohiëte durchschneidet und im Westen der Niederschlag bis 550 mm. ansteigt, erhält im Winter der östliche Theil des Balaton nur ungefähr 200 mm. und der südwestliche Theil ungefähr 300 mm. Regen. Jedoch nicht allein hier, sondern auch im grössten Theile des Landes ist das Sommer-Halbjahr um ein Beträchtliches Niederschlagsreicher, als das Winter-Halbjahr. Eine Ausnahme bildet allein die Umgebung der Meeresküste, wo z. B in Fuzsine im Sommer durchschnittlich 1153 mm., im Winter durchschnittlich 1337 mm. Niederschlag fällt.

Was die einzelnen Vierteljahre anbetrifft, ist in der Balaton-Gegend der

Winter am trockensten (Dezember—Februar). In dieser Jahreszeit fällt der Niederschlag im östlichen Winkel des Beckens auf 75 mm. herab und steigt auch im Westen nur bis zu ungefähr 125 mm. an.

Der Winter ist etwas regnerischer, als der Frühling (März—Mai). Die Umgebung von Tihany wird in dieser Jahreszeit von der 125 mm.-Isohiëte umgeben und der westliche Theil des Beckens von der 250 mm.-Isohiëte durchschnitten.

Zwischen der Regenmenge im Sommer (Juni—August) und im Herbst (September – Oktober) besteht kein grosser Unterschied; doch ist der Sommer im Allgemeinen niederschlagsreicher zu nennen. In beiden Jahreszeiten wird der nordöstliche Theil des Balatonbeckens von der Isohiëte 150 mm. eingeschlossen. Während sich jedoch im westlichen Theile des Beckens der Niederschlag nur auf ungefähr 225 mm. erhöht, steigt dieselbe im Sommer über 275 mm.

Was die Vertheilung des Niederschlages in den einzelnen Monaten anbetrifft, haben wir diesbezüglich die folgenden Bemerkungen:

Januar und Februar sind niederschlagarm, doch ist der *Monat Februar der verhältnissmässig trockenste.* Im Januar fällt nur ein überaus geringer Theil des Beckens unter die mit 20 mm. bezeichnete Isohiëte, während im Februar der ganze östliche und mittlere Theil sammt dem See hinein fallen; und während im Januar der westliche Beckentheil mehr als 30 mm. Niederschlag erhält, erreicht der Niederschlag des Februars nirgends die Höhe von 30 mm. Im März wächst der Niederschlag, mit den bislang verhandelten Monaten verglichen, im Allgemeinen an, und noch mehr im April. April, Mai, Juni und Juli sind überaus regnerisch; in der östlichen Seehälfte beträgt der Niederschlag in diesen Monaten 40—50 mm., in der westlichen Hälfte 70 – 80 mm. August ist regnerischer als die vorhergegangenen Monate allesammt. Die Niederschlag-Extreme des Beckens liegen dabei unter 50 mm. und über 90 mm. Im September macht sich in der Niederschlagsmenge ein Rückgang bemerkbar, im Nordosten mit einem Durchschnitt unter 40 mm., im Südwesten mit einem solchen über 70 mm. *Oktober ist der regenreichste Monat* des ganzen Jahres. Im Osten steht der Niederschlag unter 60 mm., im Westen um 100 mm. herum. Im November ist der Niederschlag gering und im Dezember noch um vieles geringer. In diesem letzteren Monat fällt beinahe der ganze See in die mit 40 mm. bezeichnete Isohiëte und erhebt sich auch im südwestlichen Theile der Niederschlag nur auf ungefähr 50—60 mm.

Ausser diesen durchschnittlichen Angaben über die Niederschläge sind noch die Daten über die grössten Tages-Niederschläge und die Häufigkeit der Regen von besonderer Wichtigkeit. Die Beobachtung über die während der kürzesten Zeit herabstürzenden grössten Regenmengen ist in Bezug auf das Studium des Wasserverlaufes wichtig, doch ist es ein Uebelstand, dass die niederschlagmessenden Stationen Beginn und Ende, endlich die Regendichte entweder gar nicht oder doch nur überaus mangelhaft notiren, da die hiezu nöthigen Instrumente fehlen. Dabei wäre es besonders interessant z. B. zu erfahren, um wie viel der Wasserspiegel des Balatonsees blos von dem auf die Oberfläche herabfallenden Wasser unter einer gewissen kurzen Zeit anschwellen kann. Genauere Aufzeichnungen besitzen wir nur über die grössten Tagesniederschläge. In der folgenden Zusammenstellung geben wir nun nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Jahrbücher einen Ausweis der in der Balaton-Gegend gefallenen grössten Tagesniederschläge.

8. Tabelle der in der Balaton-Gegend gefallenen grössten Tages-Niederschläge.

Jahre	Zala-Egerszeg	Keszthely	Balaton-Füred	Boglár	Tihany	Badacsony	Siófok	Kenese	Almádi
	Millimeter								
1871	—	34	—	—	—	—	—	—	—
1872	—	34	—	—	—	—	—	—	—
1873	—	47	—	—	—	—	—	—	—
1874	—	41	—	—	—	—	—	—	—
1875	—	38	39	—	—	—	—	—	—
1876	—	43	51	—	—	—	—	—	—
1877	—	34	30	—	—	—	—	—	—
1878	—	41	—	—	—	—	—	—	—
1879	—	42	—	—	—	—	—	—	—
1880	—	34	—	—	—	—	—	—	—
1881	—	27	—	—	—	—	—	—	—
1882	—	38	35	—	—	—	—	—	—
1883	40	46	—	30	—	—	—	—	—
1884	41	54	—	22	—	—	—	—	—
1885	31	32	—	23	—	—	—	—	—
1886	—	54	32	42	—	—	—	—	—
1887	—	40	69	—	—	—	—	—	—
1888	—	40	49	—	—	—	—	—	—
1889	—	55	35	—	—	—	—	—	—
1890	46	52	20	—	—	—	—	—	—
1891	65	38	42	—	—	—	—	—	—
1892	34	35	—	32	25	—	38	—	54
1893	43	32	52	59	46	39	74	—	—
1894	38	31	42	37	27	—	40	45	—
1895	42	48	50	43	40	55	56	73	—
1896	33	55	32	60	36	31	52	50	—

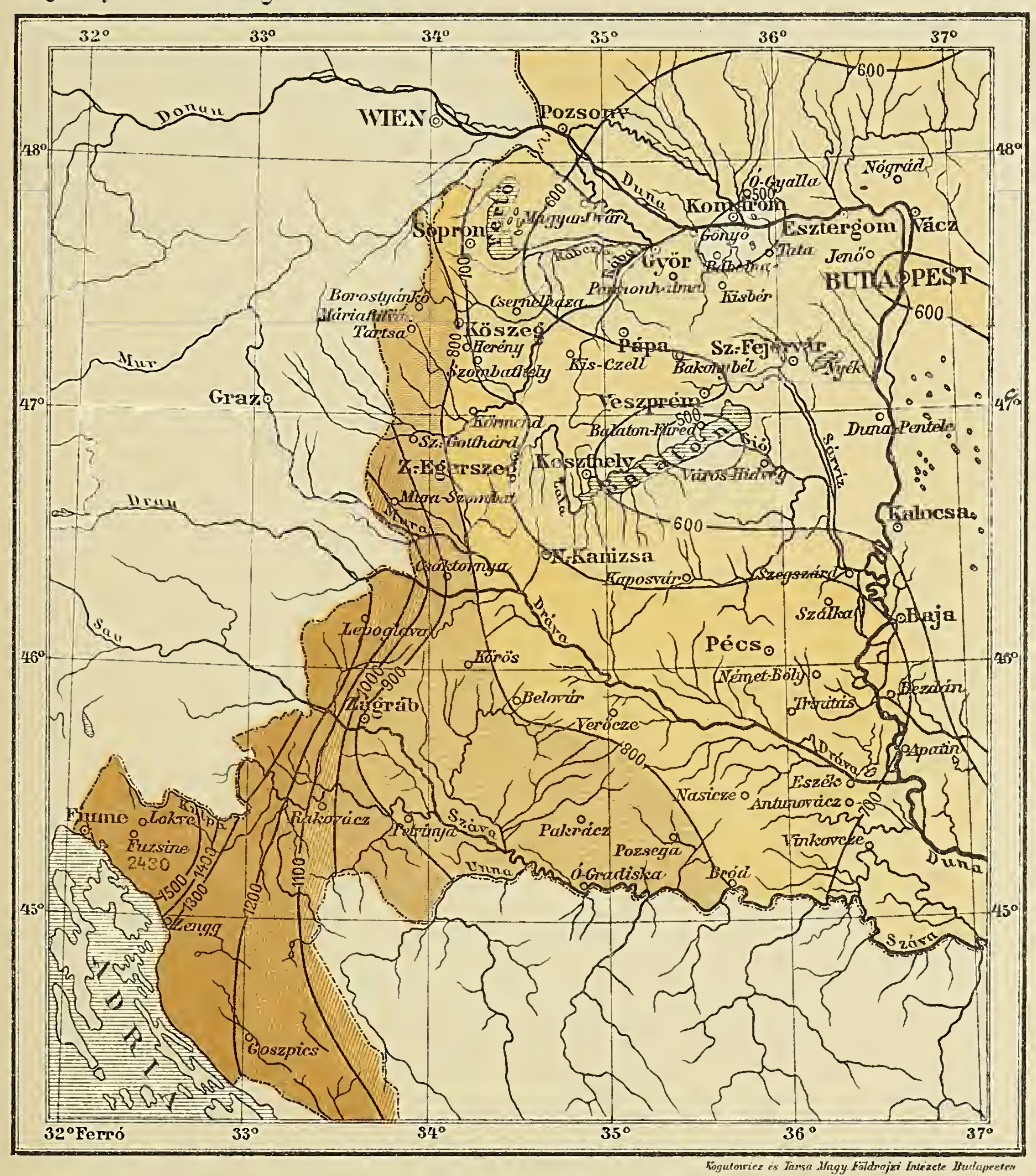
Wie aus diesen Daten ersichtlich ist, gab es, so weit diese Aufzeichnungen reichen, in der Balaton-Gegend überhaupt keine ausserordentliche Wolkenbrüche. Der tägliche Niederschlag erreichte nirgends 80 mm. Der grösste Regen war 1893 in Siófok, wo an einem Tage 74 mm., und in Kenese, wo 1895 gleichfalls an einem Tage 73 mm. Regen fiel. Im Allgemeinen pflegen sich grosse Regen vom Mai bis Oktober einzustellen.

Beim Studium der Regenvertheilung ist endlich auch die Häufigkeit des Regens in Betracht zu ziehen. Die Anzahl der Tage mit Niederschlägen beträgt im westlichen Theile des Beckens etwas über 100 pro Jahr, im mittleren Theile des Beckens — wozu der grösste Theil des Sees gehört — steht dieselbe unter 100, um im östlichen Theile des Beckens unter 75 herabzusinken. In den einzelnen

Jahreszeiten vertheilen sich die Tage mit Niederschlägen ziemlich gleichförmig, was zur Folge hat, dass sich diesbezüglich über die Balaton-Gegend keinerlei besondere Regel nachweisen lässt.

Die Balaton-Gegend ist also im Allgemeinen durch Sonnenschein charakterisirt. Weder die Menge des Regens, noch die Anzahl der regnerischen Tage ist gross. Weitaus am öftersten wölbt sich ein heiteres azurblaues Firmament über den Seespiegel, das dann dem Wasser seine eigenthümliche, herrliche Farbe verleiht. Und während an den Küsten Englands, Belgiens und Nordfrankreichs im Allgemeinen nur jeder vierte oder fünfte Tag ein heiterer ist, ist hiezu im Gegensatze am Balaton erst jeder vierte oder fünfte Tag ein Regentag. Und dieser Umstand verleiht unserem kleinen Meere einen ganz besonderen Reiz. In der reinen und sonnigen Luft der Balaton-Küste, die durch die aufsteigenden Seedünste gemildert wird, ist das Leben gesünder und frischer, als am nebeligen und regnerischen Meeresufer. Das badende Publikum, das in weit entfernte Gegenden eilt, um sich Erholung zu suchen, kann all das in der Nähe viel besser und herrlicher haben.

Verzeichniss der Tafeln.

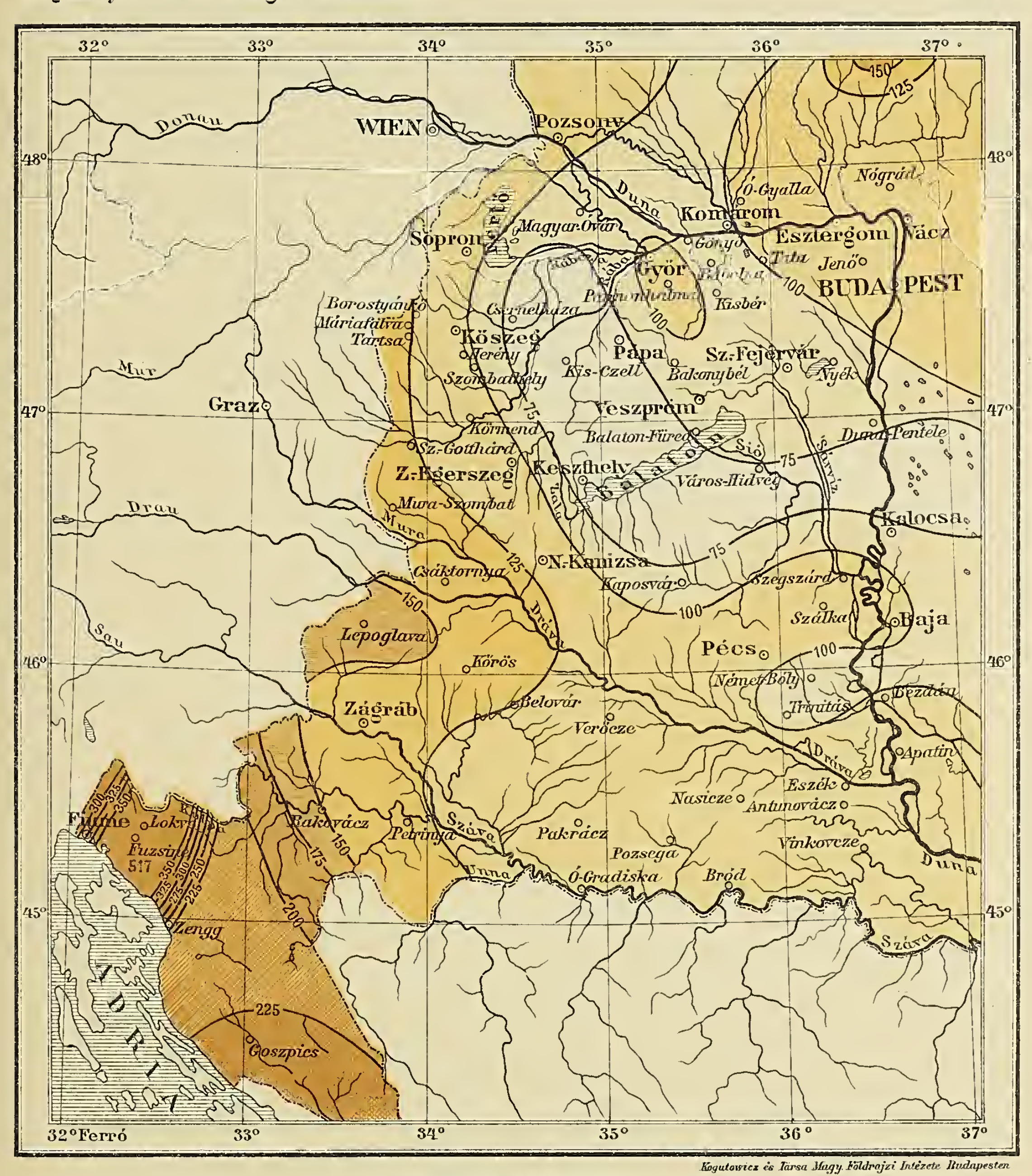


Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten

Maasstab 1:3.000 000.

Jahresdurchschnitt des Niederschlages in den Jahren 1882-91.

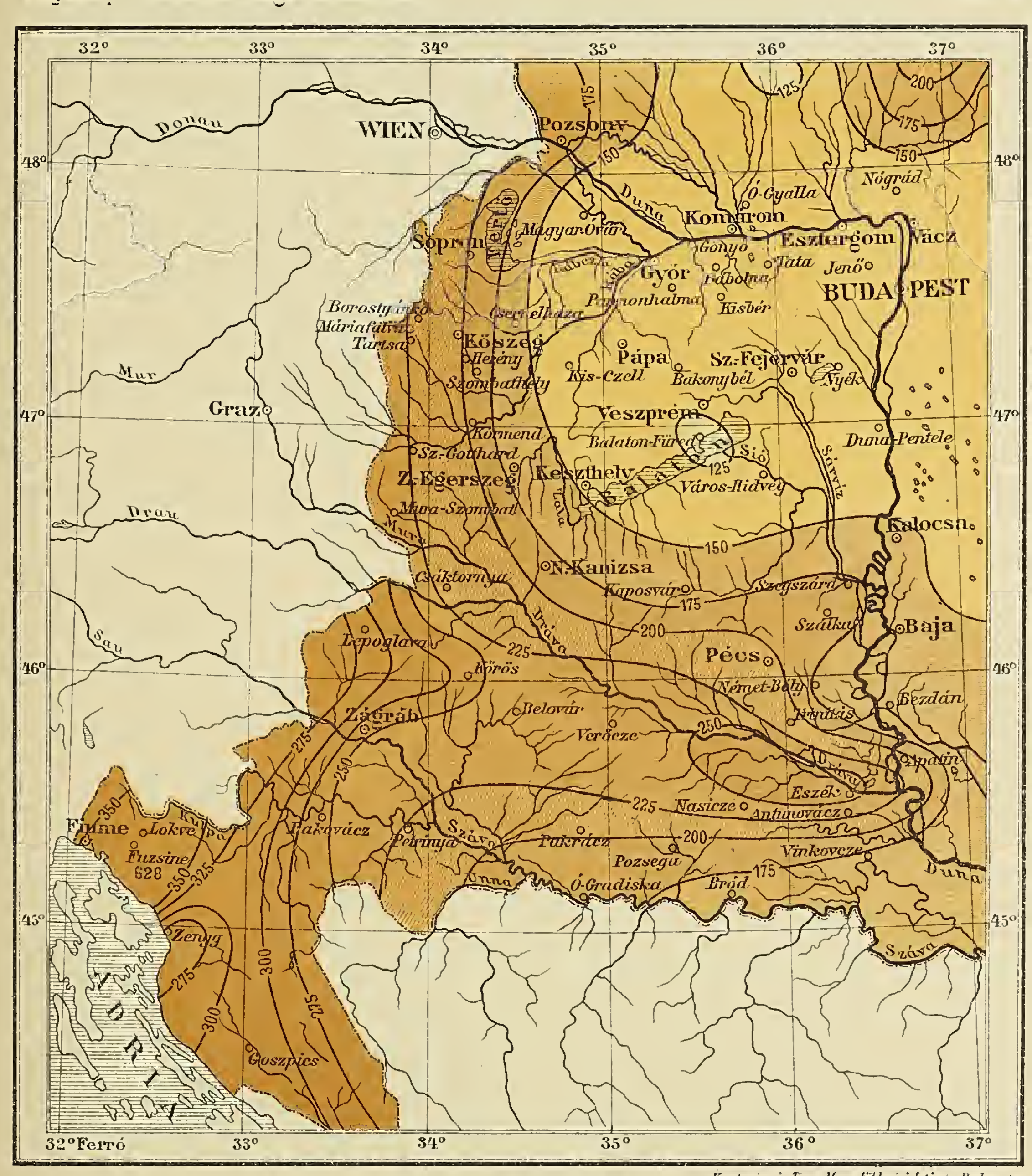




Maasstab 1:3.000 000.

Vierteljahres-Durchschnitt des Niederschlages für December-Februar in den Jahren 1882-91.

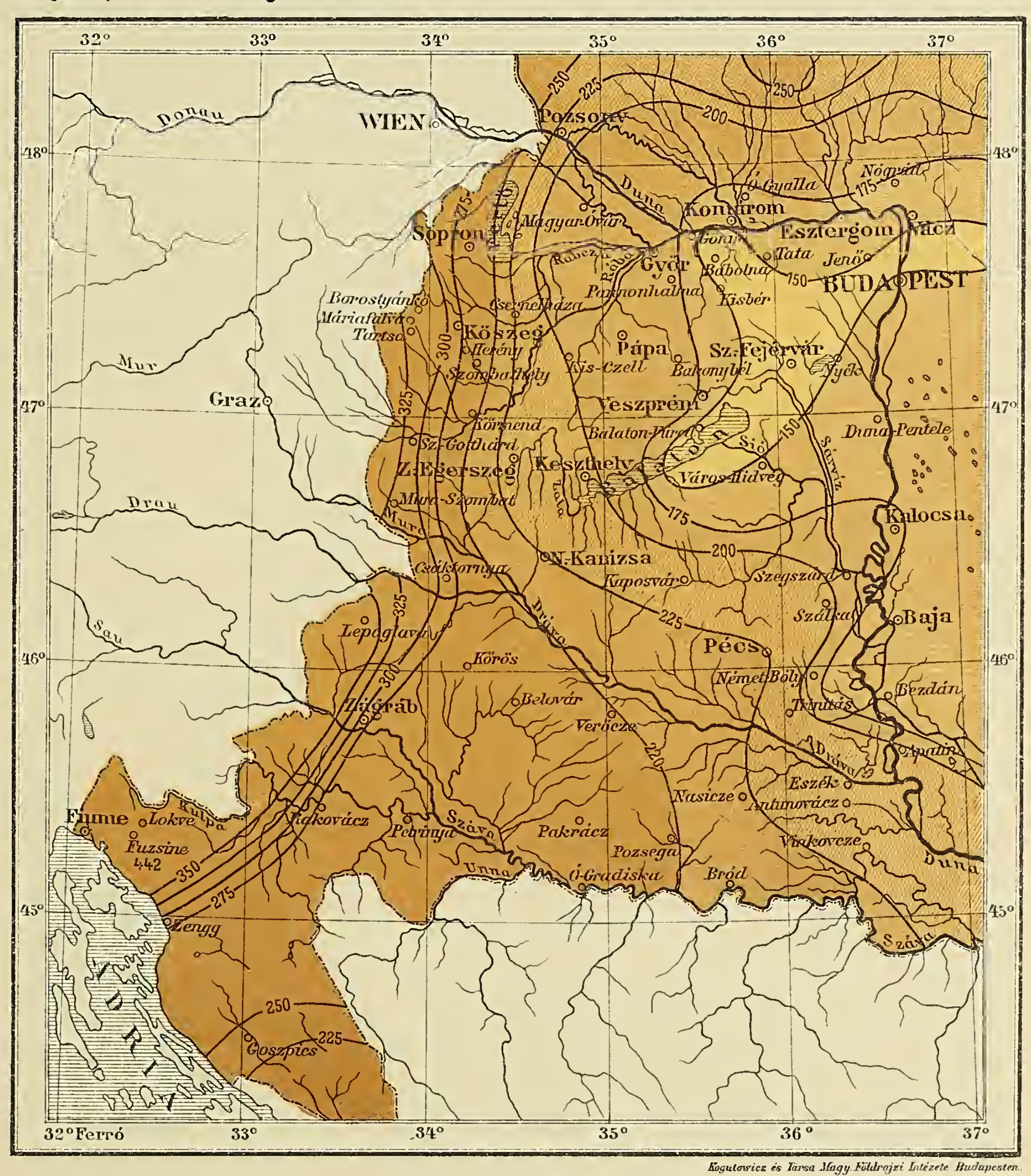




Maasstab 1:3.000 000.

Vierteljahres-Durchschnitt des Niederschlages für März-Mai in den Jahren 1882-91.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000000.

Vierteljahres-Durchschnitt des Niederschlages für Juni-August in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Vierteljahres-Durchschnitt des Niederschlages für September-November in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im Januar in den Jahren 1882-91.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im Februar in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im März in den Jahren 1882-91.

Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.





Niederschlag im April in den Jahren 1882-91.





Niederschlag im Mai in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im Juni in den Jahren 1882-91.



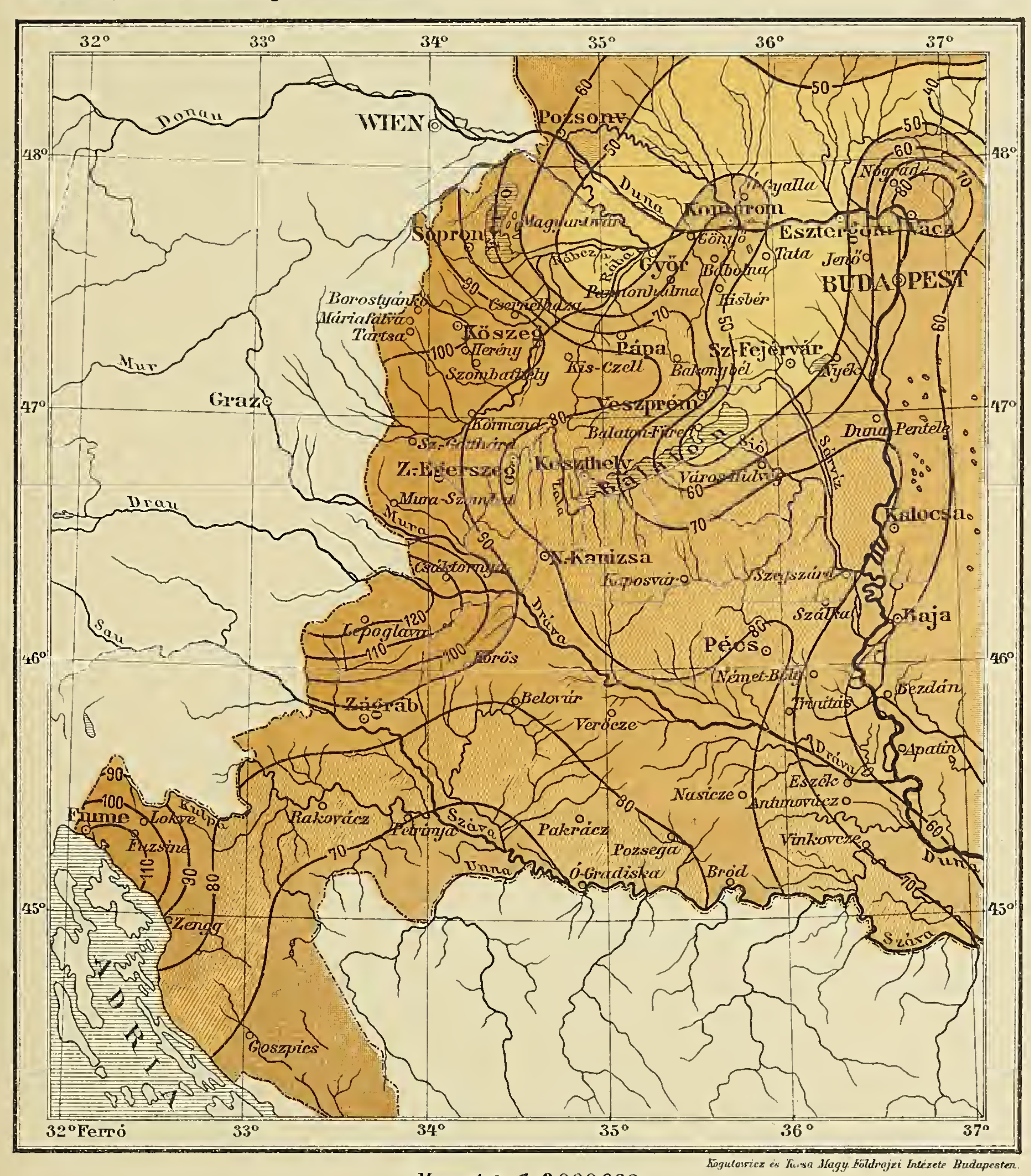


Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

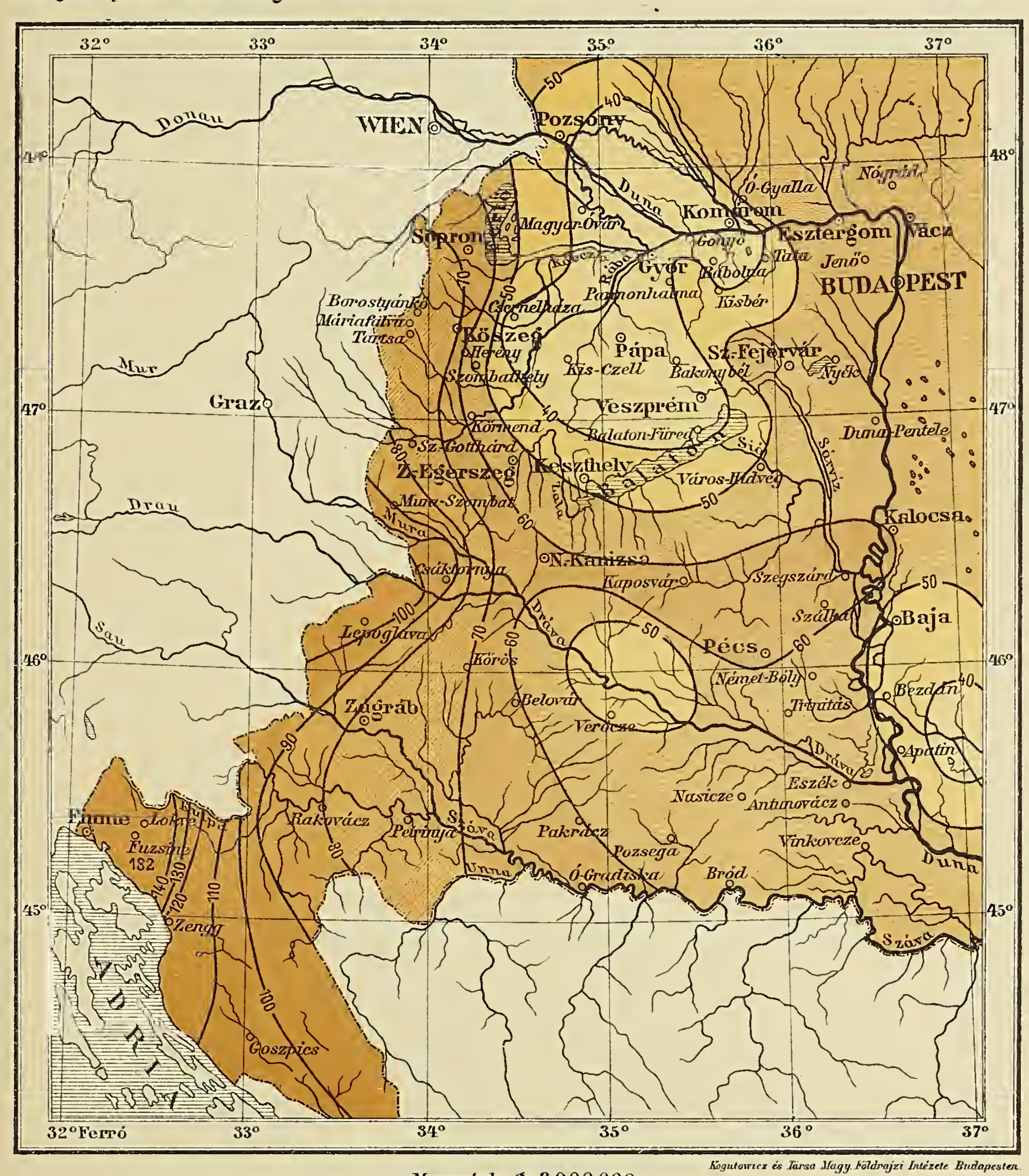
Niederschlag im Juli in den Jahren 1882-91.





Niederschlag im August in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Niederschlag im September in den Jahren 1882-91.



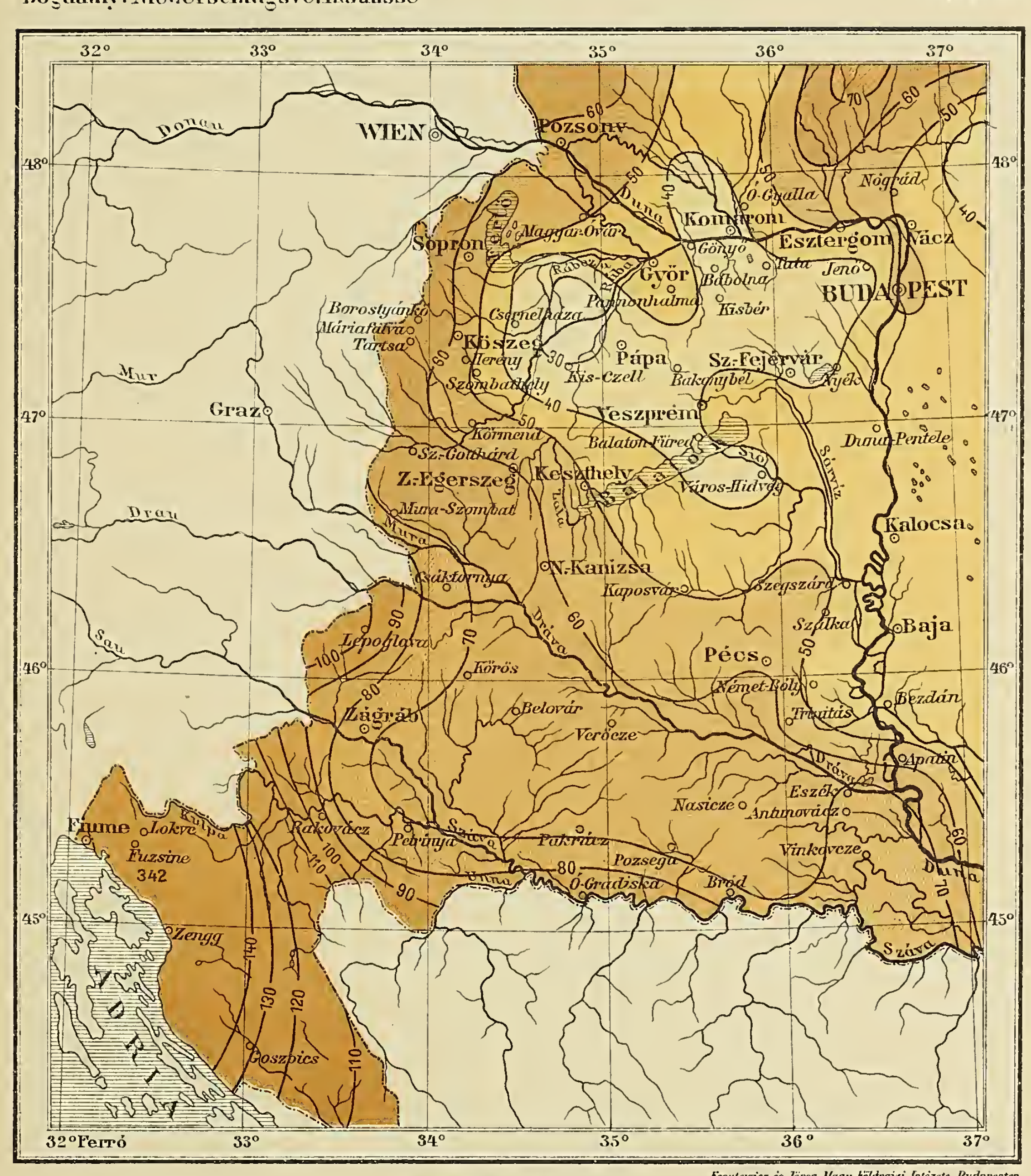


Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im Oktober in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten

Niederschlag im November in den Jahren 1882-91.





Maasstab 1:3.000 000.

Niederschlag im December in den Jahren 1882-91.





Kogutowicz és Társa Magy. Földrajzi Intézete Budapesten.

Maasstab 1:3.000 000.

Die durhschnittliche Zahl der Niederschlags-Tage in der Zeitperiode 1882-91.



I. Band. Physische Geographie des Balatonsees und seiner Umgebung.

I. Theil. Geographische Beschreibung der Balatonseeumgebung, samt deren Orographie und Geologie. Von LUDWIG VON LÓCZY.
II. Theil. Hydrographie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY.
III. Theil. Limnologie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY.
IV. Theil. Meteorologische Verhältnisse der Umgebung des Balatonsees. Von Dr. JOHANN CANDID SÁRINGER, ***Niederschlag*** von Ingen EDM. VON BOGDÁNFY und Pflanzenphaenologie von Dr. MORITZ STAUB.
V. Theil. Physikalische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees; Von EUGEN VON CHOLNOKY und LUDWIG VON LÓCZY.
VI. Theil. Chemische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees. Von Dr. LUDWIG VON ILOSVAY.

II. Band. Die Biologie des Balatonsees.

I. Theil. Fauna. — Einleitung und allgemeine Übersicht. Von Dr. GÉZA ENTZ.
1. Section. ***Protozoën.*** Von RAOUL FRANCÉ.
2. » ***Coelenteraten.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
3. » ***Turbellarien.*** Von Dr. KARL SZIGETHY.
4. » ***Nematoden.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
5. » ***Rotatorien.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
6. » ***Bryozoën.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
7. » ***Anneliden.*** Von Dr. EUGEN VÁNGEL.
8. » ***Fischparasiten.*** Von Dr. STEFAN VON RÁTZ.
9. » ***Crustaceen.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
10. » ***Hydrachniden.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
11. » ***Mollusken.*** Von Dr. KARL BRANCSIK u. Dr. EUGEN V. DADAY.
12. » ***Fische.*** Von Dr. EUGEN VON DADAY.
13. » ***Amphibien und Reptilien.*** Von LUDWIG VON MÉHELŸ.
14. » ***Vögel.*** Von Dr. ALEXANDER VON LOVASSY.

II. Theil. Flora.
1. Section. ***Kryptogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung.*** Von Dr. JULIUS VON ISTVÁNFFI.
2. » Phanerogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung. Von Dr. VINCENZ VON BORBÁS.

III. Band. Social- und Anthropogeographie des Balatonsees.

1. Theil. Archaeologische Skizze der Balatonseeumgebung. Von Dr. VALENTIN KUZSINSZKY.
2. » Ethnographie der Einwohner des Balatonseegebietes. Von Dr. JOHANN JANKÓ.
3. » Bibliographie des Balatonsees. Von Dr. JOHANN SZIKLAY.

Dies Werk erscheint in einzelnen Teilen in der Reihenfolge, in welcher die selbstständigen Teile zum Abschluss gelangen.

Budapest, am 1. Februar 1899.

Ludwig von Lóczy,
Präsident der Plattenseecommission der Ung. Geogr. Gesellschaft.

ERSCHEINT IN COMMISSION DER VERLAGSHANDLUNG VON

ED. HÖLZEL, WIEN.

Die mit fettgedruckten Theile und Sectionen sind bereits erschienen.

K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI V. HORNYÁNSZKY.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

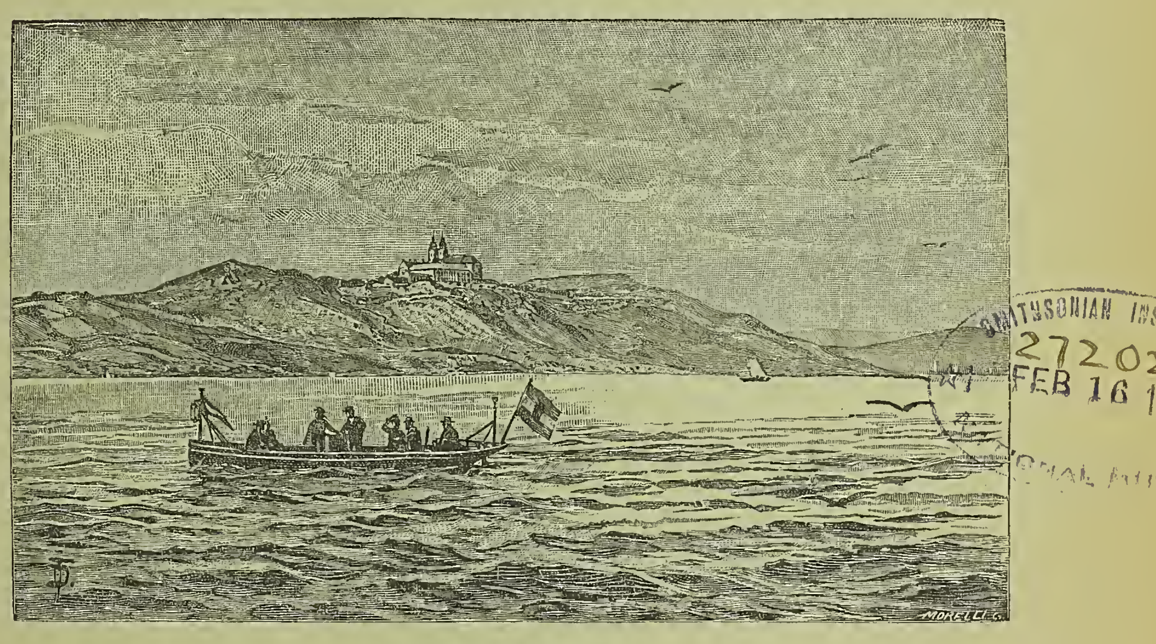
VIERTER THEIL. DRITTE SECTION.

RESULTATE DER PHYTOPHÄNOLOGISCHEN BEOBACHTUNGEN IN DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

AUS DEM NACHLASSE DES WEIL. DR. MORIZ STAUB

IN DRUCK GELEGT VON

DR. J. BERNÁTSKY.



MIT EINER KARTE.

WIEN, 1906.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.

RESULTATE

DER

WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG

DES

BALATONSEES.

MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU- UND FÜR CULTUR UND UNTERRICHT.

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEECOMMISSION DER UNG. GEOGR. GESELLSCHAFT.

DREI BÄNDE.

DER Ausschuss der Ung. Geographischen Gesellschaft beschloss in der ordentlichen Sitzung vom 7. März 1891 auf Antrag des damaligen Präsidenten die geographische Erforschung einzelner Gegenden des Ungarischen Reiches mit der gründlichen Untersuchung des Balatonsees zu beginnen, und übertrug die Aufgabe der wissenschaftlichen Erforschung dieses grossen heimatlichen Sees einer Commission. Die Plattensee-Commission constituirte sich am 15. März 1891 aus hervorragenden Fachmännern Ungarns und schritt sogleich ans Werk.

Da die Ung. Geographische Gesellschaft nicht über genügende Geldmittel verfügt, wäre das Ziel der Plattensee-Commission unerreicht geblieben, hätten nicht ***das Ministerium für Ackerbau, das Ministerium für Cultus- und Unterricht, die ung. Akademie der Wissenschaften, das Comitat Veszprém und Herr*** Dr. ANDOR VON SEMSEY in edler Opferfreudigkeit das Unternehmen gefördert und die Commission mit bedeutenden Summen unterstützt.

Wir sprechen auch an diesem Orte unseren Förderern tiefgefühlten Dank aus, besonders den Herren Ackerbauministern GRAF ANDREAS BETHLEN, GRAF ANDOR FESTETICH und DR. IGNAZ VON DARÁNYI, sowie dem Herrn Minister für Cultus- und Unterricht Dr. JULIUS WLASSICS, die mehrere Jahre hindurch vorsehend Sorge trugen, dass die bedeutenden Kosten des wissenschaftlichen Unternehmens im Staatsbudget Deckung finden. Nicht minder fand die Commission in der dem k. ung. Ackerbauministerium einverleibten ***Hydrographischen Section***, der ***k. ung. Meteorologischen und erdmagnetischen Anstalt*** und dem ***k. u. k. Militär-geographischen Institute in Wien*** wirksame moralische und materielle Stütze. Ein namhafter Theil unserer Arbeiten wurde in enger Beziehung mit diesen Staatsinstituten zu Ende geführt.

Mit besonderer Anerkennung sprechen wir auch den staatlichen und Privatforstbeamten, den Verkehrsunternehmungen, den Anwohnenden des Balatonsees und den zahlreichen externen Mitarbeitern unsern Dank aus, theils für die eingesandten werthvollen Daten und Berichte, theils für die vielen Begünstigungen und die Gastfreundschaft, welche sie unseren Forschern erwiesen.

Von den Resultaten der nun schon vierzehnjährigen Arbeit sind bereits nennenswerthe Publicationen vor der Öffentlichkeit und wir hoffen, dass in kurzer Zeit das ganze Werk vollendet sein wird.

RESULTATE
DER
WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG
DES
BALATONSEES.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER HOHEN KÖN. UNG. MINISTERIEN FÜR ACKERBAU UND FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

HERAUSGEGEBEN VON DER

BALATONSEE-COMMISSION DER UNG. GEOGRAPHISCHEN GESELLSCHAFT.

ERSTER BAND.

PHYSISCHE GEOGRAPHIE DES BALATONSEES UND SEINER UMGEBUNG.

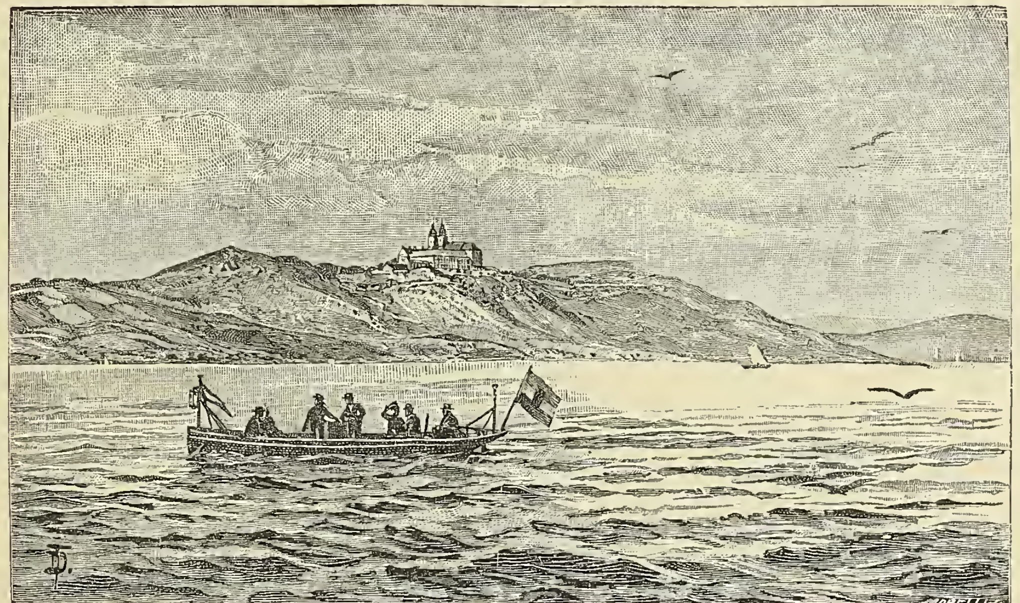
VIERTER THEIL. DRITTE SECTION.

RESULTATE DER PHYTOPHÄNOLOGISCHEN BEOBACHTUNGEN IN DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

AUS DEM NACHLASSE DES WEIL. DR. MORIZ STAUB

IN DRUCK GELEGT VON

DR. J. BERNÁTSKY.



MIT EINER KARTE.

WIEN, 1906.
COMMISSIONSVERLAG VON ED. HÖLZEL.

K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI V. HORNYÁNSZKY

RESULTATE DER PHYTOPHÄNOLOGISCHEN BEOBACHTUNGEN IN DER UMGEBUNG DES BALATONSEES.

AUS DEM NACHLASSE DES WEIL. DR. MORIZ STAUB

IN DRUCK GEORDNET VON

DR. J. BERNÁTSKY.

MIT EINER KARTE.



VORWORT.

Die Balatonsee-Kommission der Ungarischen Geographischen Gesellschaft („Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága") hatte seinerzeit eines seiner eifrigen und begeisterten Mitglieder, Prof. und kön. Rat Dr. M. Staub mit der Einsammlung, Sichtung und Verarbeitung der auf den Balatonsee und seine Umgebung bezugnehmenden phänologischen Daten betraut. Durch das im Jahre 1903 erfolgte plötzliche Dahinscheiden wurde aber Dr. M. Staub verhindert, diese seine Arbeit, der er viele Nächte opferte, endgiltig zu vollenden. So fiel mir infolge ehrenhaften Auftrages der Balaton-Kommission die Aufgabe zu, die diesbezüglichen vom Dahingeschiedenen überlassenen, sehr umfangreichen Manuskripte zu ordnen.

Die Aufgabe der phytophänologischen Beobachtungen war eine zweifache. Erstens waren die phytophänologischen Verhältnisse der nähern und weitern Umgebung des Balaton, überhaupt des ganzen Kreises jenseits der Donau im allgemeinen festzustellen. Ausserdem sollte aber ein besonderes Augenmerk auf den etwaigen Einfluss der Wassermengen des Balaton auf die phytophänologischen Verhältnisse seiner nächsten Umgebung gerichtet sein. Es lag nämlich der Gedanke nahe, ob nicht vielleicht der See als klimatischer Faktor wirke und somit auf die phytophänologischen Erscheinungen einen modifizierenden Einfluss ausübe.

Mit der erstern Frage befasste sich der verstorbene Verfasser besonders eingehend und arbeitete daran mit der ihm eigenen Hingebung. Da er die eingelaufenen Daten sorgfältig durchsichtete und berechnete, so konnte er auch Schlussfolgerungen mehr allgemeiner Bedeutung ableiten. Namentlich ergaben sich eine Menge Beiträge zur phänologischen Charakterisierung verschiedener Pflanzenarten und selbst einiger Formationen.

Über die Art und Weise der Beobachtungen sowie deren Zusammenstellung, ferner inbetreff der phänologischen Berechnung mit besonderer Rücksicht auf die Wärme- oder Temperatursumme muss bemerkt werden,

dass Staub als ein Schüler Hoffmann's und Ihne's im wesentlichen der in Mitteleuropa allgemein üblichen Methode, sowie sie z. B. in Drude's einschlägigen Werken übersichtlich erläutert ist, folgte. Es sei namentlich auf den V. Abschnitt (I. Abt.) in Drude's Deutschlands Pflanzengeographie, nebstdem auf die von Staub herrührenden zahlreichen Arbeiten phytophänologischen Inhaltes hingewiesen.

Zu der Zeit, als M. Staub seine ersten phytophänologischen Beobachtungen anstellte, hatte die ungarische Floristik noch nicht den Standpunkt erreicht wie heutzutage; die im Gebiet vorkommenden systematischen Formen waren noch nicht so gut bekannt und ihre richtige Benennung noch nicht so festgestellt wie gegenwärtig. Ferner ist zu bemerken, dass die Beobachter an den einzelnen Stationen die Pflanzen nicht so genau zu bestimmen vermögen, wie es ein gelernter Florist vermag. Demzufolge hat man sich zu begnügen, wenn z. B. die Blüthezeit von „Pirus communis“ aufgemerkt wird, ohne Rücksicht darauf, ob eigentlich „var. Piraster“, „var. Achras“ oder irgend eine Form von „var. sativa“ zu verstehen ist. Auch sind die schon in den grundlegenden phytophänologischen Mittheilungen aus den siebziger Jahren (Meteorologiai Évkönyvek — Meteorologische Jahrbücher 1871—73) erwähnten und im vorliegenden Werke abermals in Rede gezogenen Pflanzennamen unverändert aufgenommen. Die der modernen Auffassung entsprechende Benennung kann am besten dem Werke Borbás' über die Vegetation des Balaton und seiner Umgebung entnommen werden.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass einzelne Theile mehr unwesentlichen Inhaltes nicht in vollem Umfange, sondern mehr oder minder verkürzt ins Deutsche übertragen wurden.

I. Der Winter.

In der näheren und ferneren Umgebung des Balaton, d. i. im ganzen Kreise jenseits der Donau, wechseln in der Folge recht kalte und recht linde Winter miteinander ab. Das Bild der typischen *Winterruhe* bietet die Vegetation eigentlich blos in jenen Wintern, wo die Temperatur anhaltend so tief sinkt, dass die oberirdischen Organe entweder ruhen oder gänzlich absterben und auch die unterirdischen Organe infolge tiefdringenden Frostes zum Theile absterben, so dass nur besonders ausdauernd gebaute und tiefbewurzelte Pflanzen gut überwintern. Tritt noch des öftern reichlicher Schneefall ein, so wird durch die alles überziehende, anhaltende Schneedecke der Eindruck der winterlichen Ruhe ein besonders prägnanter.

Hin und wieder kommt es aber vor, dass Herbstpflanzen bis in den Dezember, selbst Januar hinein noch und manche Frühlingspflanzen im Februar schon ihre Blüthen eröffnen, so dass die Winterruhe keine so scharf ausgeprägte ist. Ein ausserordentlich milder Winter war der von 1872/3. Es seien einige diesbezügliche Beobachtungen über die Flora bei Budapest (rechtes Donauufer) mitgetheilt, wobei wir u. a. auch den betreffenden Notizen von L. Simonkai in den Jahrbüchern der kön. ung. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus (Bd. II 1872 und III 1873) Wort für Wort folgen:

Die ungewöhnlich milde Witterung und die mässigen Feuchtigkeitsverhältnisse des Herbstes 1872 waren auf die Vegetation von sehr günstigem Einflusse.

Am 16. September blühten zum zweitenmale: *Aesculus Hippocastanum* L., *Anemone Pulsatilla* L., *A. silvestris* L.; an dem diesjährigen Beobachtungsorte *Taraxacum officinale* Wigg. am 26. Oktober zum drittenmale; halbreife Früchte von *Pyrus Malus* L. sah ich am 20. Oktober; zum zweitenmale blühten noch *Cornus sanguinea* L. ± E* am 18. Nov.; *Rosa centifolia* L. ± E am 19. November.

Am 26. Oktober blühten und grünten am Lindenberge noch: *Sonchus oleraceus* L., *S. asper* Vill., *Lactuca viminea* Presl., *Taraxacum serotinum* Sadl., *Linosyris vulgaris* Cass., *Crepis rhoeadifolia* M. a B., *Picris hieracioides* L., *Helianthus annuus* L., *Nicotiana rustica* L., *Seseli coloratum* Ehrh., *S. Hippomarathrum* L., *Diplachne serotina* Link.

Bei Gelegenheit eines Ausfluges am 30. November wurden zum zweiten (dritten?) Male blühend gefunden: *Potentilla cinerea* Chaix. + S., *Sinapis arvensis* L., *Dactylis*

* + sonnig, ± halb sonnig, halb schattig, — bedeutet einen schattigen Platz, u. zw. je nach der Himmelsrichtung E. S W. N.

glomerata L., *Sisymbrium Columnae* Jacq., *Lavatera thuringiaca* L., *Salvia silvestris* L., *S. austriaca* Jacq., *Helianthemum vulgare* Gaertn., *Alsine verna* Bartl., *Cuscuta europaea* L., *Falcaria Rivini* Host. und von jenen Pflanzen, welche sich den meteorologischen Verhältnissen des Herbstes anschmiegen, wurden folgende gefunden:

a) In einzelnen Exemplaren und zwar in Blüthenfülle: *Stachys annua* L. + S., *Ballota nigra* L., *Centaurea Scabiosa* L, *Anthemis tinctoria* L., *Delphinium Consolida* L., *Capsella bursa pastoris* Mönch., *Sonchus oleraceus* L., *Daucus Carota* L., *Calendula officinalis* L.

b) In einzelnen Exemplaren und zwar im ersten Stadium der Blüthe: *Campanula bononiensis* L. + S., *C. rapunculoides* L. + S, *Melandrium pratense* Roehl.

c) In grösserer Menge und in Blüthenfülle: *Solanum nigrum* L. (zugleich mit reifenden Früchten), *Achillea Millefolium* L., *Centaurea paniculata* L., *Erodium cicutarium* L'Hérit., *Senecio vulgaris* L., *Leontodon autumnalis* L., *Chrysanthemum inodorum* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Geranium pusillum* L., *Podospermum Jacquinianum* Koch., *Carduus acanthoides* L., *Trifolium pratense* L., *Mercurialis annua* L.

Im Garten der Oberrealschule öffnete am 18. November *Sambucus nigra* L. aufs neue Laubknospen. Zu Beginn des Monates waren *Ampelopsis quinquefolia* Mich. + E., *Pyrus communis* L., *Prunus domestica* L., *Ribes aureum* L., *Ptelea trifoliata* L, *Acer Pseudoplatanus* L, *Prunus Padus* L., *Rhus typhina* L. des grössten Theiles ihres Laubes beraubt; am 30. November fand ich die Waldbäume und Sträucher gänzlich entlaubt.

Die aussergewöhnlich milde Witterung des Spätherbstes hielt beinahe bis zu Ende des Monates Dezember an und ihr Einfluss auf die Vegetation ist aus dem folgenden erkennbar: Am 17. Dezember sah ich blühende Exemplare von *Centaurea Cyanus* L., *Papaver Rhoeas* L., am 23. Dezember von *Caltha palustris* L.; bei Gelegenheit eines Ausfluges am 28. Dezember fand ich auf den sandigen Wiesen ausserhalb Alt-Ofens noch folgende Pflanzen blühend und zwar in grösserer Menge: *Taraxacum officinale* Wigg., *Achillea Millefolium* L., *Alyssum incanum* L., *Centaurea paniculata* L., *Sinapis arvensis* L, *Chrysanthemum inodorum* L., in einzelnen Exemplaren: *Carduus acanthoides* L., *Dipsacus laciniatus* L. (im ersten Stadium der Blüthe), *Capsella bursa pastoris* Mönch., *Lychnis dioica* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Trifolium pratense* L, *Tragopogon orientalis* L., *Erigeron canadensis* L., *Anchusa italica* Retz. (im ersten Stadium der Blüte). Eine bemerkenswerte Erscheinung ist die, dass an den meisten hier angeführten Pflanzen noch zahlreiche in Entwicklung begriffene Blüthenknospen wahrzunehmen sind.

Am 24. Jänner 1873 blühten in der Umgebung des Wolfsthales *Euphorbia helioscopia* L., *Bupleurum falcatum* L., *Chamaemelum inodorum* Vis., *Capsella bursa pastoris* Mönch., *Anthemis tinctoria* L., *Potentilla cinerea* Chaix. Die Blüthenknospen der *Anemona Pulsatilla* L. bereiten sich zum Öffnen vor.

Der am 2. Februar gefallene Schnee, welcher den Boden in einer Höhe von 9 Cm. bedeckte, schwand bald wieder, und am 28. Februar lag nur mehr in den Schluchten der höheren Berge Schnee. Am 18. Februar wurde ein blühendes Exemplar von *Taraxacum officinale* Wigg., am 19. Februar mehrere im ersten Blüthenstadium befindliche Exemplare von *Ranunculus Ficaria* L, *Euphorbia helioscopia* L und ein Exemplar von *Senecio vulgaris* L. gefunden. Am 16. Februar

ergrünten bereits die Brachen von massenhaften *Stellaria media* Vill., *Holosteum umbellatum* L. und *Lamium amplexicaule* L., und im Kammerwalde blühte schon *Lamium purpureum* L. Den Boden bedeckte der grüne Rasen der Laubmoose und Tausende der grünen Stengel schmückten die im übrigen nackten Feldstriche und Felsen. Ihre Sporenkapseln hatten schon entwickelt: *Pottia truncata* L., *Sphaerangium triquetrum* (Sprace), *Microbyum Flockeanum* W. et M., *Phascum curvicollum* Hdw., *Ph. cuspidatum* Schrb. (v. *piliformis* et *f. normalis*), *Bryum argenteum* L., *Grimmia pulvenata* Bernh., *Brachythrium talebrosum* Hoffm. und zum Theil *Systegium crispum* Hedw. Unter den Flechten schwärzen sich die Tellerchen von *Collema pulpatum* Bernh, *C. multifidum* Scop. und einen prächtigen gelben Teppich bildet am Rande der Wege die interessante *Psoroma fulgens* Sm.

Am 28. Februar verkündeten die in der Natur wahrnehmbaren Erscheinungen das Heranrücken des Frühlings.

II. Der Vorfrühling.

In den folgenden drei Tabellen sind die Beobachtungen, die sich auf drei der wichtigsten phänologischen Erscheinungen des Vorfrühlings, nämlich auf den Anfang der Blüthezeit von *Galanthus nivalis*, *Corylus Avellana* und *Cornus mas* beziehen, mit Angabe der Beobachtungsstation und des Beobachtungsjahres übersichtlich zusammengestellt Unter dem betreffenden Datum ist die Zahl der Tage aufgezeichnet, die vom 1. Januar bis zu diesem Datum verflossen sind und unter demselben ist eventuell noh die Wärmesumme angemerkt, die sich aus der Berechnung der täglichen positiven Temperaturmittel vom 1. Januar an ergeben.

I.

Eintritt der Blüthezeit von ***Galanthus nivalis*** L.

	1871	1873	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884
Pilis-Jenő	— — —	— — —	II 26 57 48·4	II 24 55 58·1	III 3 62 49·0	— — —	— — —	— — —	— — —
Budapest r. U.	III 6 65 89·0	II 22 53 88·8	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Ravazd	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Borostyánkő	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	II 27 58
Kőszeg	— —	— —	II 20 51	II 11 42	III 1 60	III 3 62	II 21 52	II 11 42	II 17 48
Ugod	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Bakonybél	— — —	— — —	II 25 56 52·4	II 12 43 40.6	II 28 59 41·4	II 27 58 26.7	II 13 44 33·2	III 18 77 82·7	II 17 48 89·1
Veszprém	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Körmend	— —	— —	II 21 52	II 18 49	III 3 62	— —	— —	— —	— —
Balatonfüred	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Zalaegerszeg	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Tapolcza	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Kéthely	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Nagykanizsa	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Csáktornya	— —	— —	III 12 71	II 9 40	III 1 60	— —	— —	— —	— —
Kaposvár	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Szálka	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Pécs	— — —	— — —	— — —	II 15 46 79·2	IV 2 92 250·6	III 1 60 45·2	II 10 41 45.5	II 25 56 64·7	I 22 22 23·9

I.

Eintritt der Blüthezeit von ***Galanthus nivalis*** L.

1885	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	3 jähr. Mittel: II 27 58 $\frac{-3}{+4}$ 51·8 $\frac{-3·4}{+6·3}$
— — —	— — —	II 26 57 32·1	II 26 57 94·7	III 15 74 23·4	II 19 50 29·6	II 21 52 47·7	II 27 58 $\frac{-8}{+16}$ 45·5 $\frac{-22·1}{+49·2}$ 1857: III 5 64 1858: III 18 77
— —	— —	— —	— —	— —	III 2 61	III 5 64	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
II 21 52	— —	— —	— —	— —	— —	— —	II 20 51 $\frac{-9}{+10}$
— —	III 26 85	— —	II 12 43	III 22 53	III 5 64	— —	3 jähr. Mittel: III 4 63 $\frac{-20}{+1}$
II 20 51 78·9	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	III 8 67 $\frac{-24}{+10}$ 55·6 $\frac{-28·9}{+13·5}$
— —	— —	— —	II 8 39	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3 jähr. Mittel: II 23 54 $\frac{-5}{+8}$
— — —	II 21 52 80·6	II 14 45 24·5	II 20 51 111·7	III 24 83 87·9	III 15 74 116·6	III 25 84 294·4	III 6 65 $\frac{-20}{+19}$ 119·3 $\frac{-94·8}{+175·1}$
— — —	III 20 79 87·2	III 15 74 179·8	II 14 45 89·8	III 20 79 74·6	III 14 73 60·8	II 25 56 57·3	III 9 68 $\frac{-23}{+11}$ 91·6 $\frac{-34·3}{+88·2}$
— —	— —	— —	— —	— —	III 4 63	— —	
— —	III 28 87	— —	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	II 26 57	III 18 77	II 28 69	— —	3 jähr. Mittel: III 5 64 $\frac{-7}{+13}$
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3 jähr. Mittel: II 26 57 $\frac{-17}{+14}$
— —	— —	II 20 51	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	II 27 58	II 27 86	— —	— —	
II 8 39 50·8	— — —	II 18 49 —	III 2 61 —	— — —	— — —	— — —	II 20 51 $\frac{-29}{+41}$ 79·9 $\frac{-34·7}{+170·7}$

II.

Eintritt der Blüthezeit von ***Corylus Avellana*** L.

	1871	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883
Pannonhalma	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pilis-Jenő	—	—	—	IV 12	III 18	III 21	III 19	II 26	III 25	—	—	—
	—	—	—	102	77	80	78	57	84	—	—	—
	—	—	—	—	123·8	166·0	114·4	67·2	99·5	—	—	—
Budapest r. U.	III 25	II 28 }	III 22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	III 5 }	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	84	59 }	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	64 }	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	227·9	107·7 }	115·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	145·2 }	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kisbér	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ravazd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kőszeg	—	—	III 10	—	III 4	—	II 23	III 4	III 6	III 11	II 23	II 25
	—	—	69	—	63	—	54	63	65	70	54	56
Ugod	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bakonybél	—	—	III 24	IV 7	III 3	II 16	II 15	II 26	III 10	III 19	II 23	III 20
	—	—	83	97	66	47	46	57	69	78	54	79
	—	—	108·9	106·0	69·7	37·3	16·9	90·9	98·6	85·6	52·7	91·8
J.-Szt.-György	—	—	II 26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Székesfehérvár	—	—	II 28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Veszprém	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Körmend	—	—	—	—	III 14	—	II 18	—	—	—	III 9	III 5
	—	—	—	—	73	—	49	—	—	—	68	64

II.

Eintritt der Blüthezeit von ***Corylus Avellana*** L.

1884	1885	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
—	—	—	—	II 27	III 27	—	—	
—	—	—	—	58	86	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	III 21
—	—	—	—	—	—	—	—	80 $\frac{-23}{+24}$
—	—	—	—	—	—	—	—	114·2 $\frac{-47·0}{+51·8}$
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	III 11	III 10	III 28	III 17	II 26	III 13
—	—	—	70	69	87	76	57	72 $\frac{-15}{+15}$
—	—	—	94·4	151·0	81·1	88·8	68·6	96·8 $\frac{-28·2}{+54·2}$
—	—	III 26	—	—	—	—	—	
—	—	85	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	III 14	—	III 20	III 15	
—	—	—	—	73	—	79	74	
II 6	II 21	—	—	—	—	—	—	II 25
36	52	—	—	—	—	—	—	56 $\frac{-20}{+14}$
—	—	III 23	—	III 13	III 20	III 18	—	3 jähr. Mittel: III 17
—	—	82	—	72	79	77	—	76 $\frac{-4}{+3}$
II 17	II 28	—	—	—	—	—	—	III 6
48	59	—	—	—	—	—	—	65 $\frac{-19}{+32}$
89·1	105·5	—	—	—	—	—	—	82·7 $\frac{-45·4}{+26·2}$
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	III 12	—	—	—	
—	—	—	—	71	—	—	—	
III 11	II 20	—	—	—	—	—	—	4 jähr. Mittel: II 25
42	51	—	—	—	—	—	—	56 $\frac{-14}{+12}$

II. (Fortsetzung.)

Eintritt der Blüthezeit von ***Corylus Avellana*** L.

	1871	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883
Balatonfüred	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Zalaegerszeg	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Endréd	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Tapolcza	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Város-Hidvég	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Somogy-Karád	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Kéthely	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Nagykanizsa	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Csáktornya	— —	— —	— —	— —	— —	— —	II 6 37	II 10 41	III 15 74	— —	— —	— —
Kaposvár	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Szálka	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Pécs	— — —	— — —	— — —	III 10 69 72·8	— — —	II 26 57 207·8	— — —	II 8 39 45·7	III 12 71 160·9	III 10 69 90·1	II 22 53 87·0	II 28 59 72·7

II. (Fortsetzung.)

Eintritt der Blüthezeit von ***Corylus Avellana*** L.

1884	1885	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	IV 5 95 193·9	III 20 79 164·2	III 15 74 200·8	3 jähr. Mittel: III 24 $86 \frac{-9}{+12}$ $186·3 \frac{-22·1}{+14·5}$
— — —	— — —	III 20 79 87·2	III 15 74 179·8	II 14 73 89·8	III 20 79 74·6	III 14 73 60·8	II 25 56 57·3	III 13 $72 \frac{-16}{+7}$ $91·6 \frac{-34·3}{+88·2}$
— —	— —	— —	II 27 58	— —	III 30 89	— —	— —	
— —	— —	— —	II 13 44	III 20 79	III 12 71	III 17 76	— —	4 jähr Mittel: III 8 $67 \frac{-23}{+12}$
— —	— —	— —	— —	III 4 63	— —	— —	— —	
— —	— —	III 26 85	II 18 49	II 16 47	III 6 65	III 10 69	III 2 61	III 4 $63 \frac{-16}{+22}$
— —	— —	III 27 87	— —	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	II 26 57	II 16 47	III 15 74	II 17 48	— —	4 jähr. Mittel: II 25 $56 \frac{-9}{+18}$
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3 jähr. Mittel: II 20 $51 \frac{-10}{+23}$
— —	— —	— —	III 9 68	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	III 5 64	II 5 64	III 28 87	— —	— —	3 jähr. Mittel: III 13 $72 \frac{-8}{+15}$
II 2 33 75·9	II 16 47 55·9	— — —	II 13 — —	II 4 — —	— — —	— — —	— — —	III 3 $62 \frac{-29}{+9}$ $84·0 \frac{-38·3}{+76·9}$
								Magyar-Óvár 1866: II 3 34 Felső-Lő: 1858: III 29 88 1859: II 27 58 1860: II 23 82 = III 17 $76 \frac{-18}{+16}$

III.

Eintritt der Blüthezeit von ***Cornus mas*** L.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883
Pannonhalma	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Pilis-Jenő	— — —	— — —	— — —	— — —	IV 12 102 —	III 29 88 182·2	III 25 84 193·5	III 28 87 144·5	IV 1 91 193·2	IV 10 100 239·5	— — —	— — —	— — —
Budapest r. U.	III 25 84 — — 227·9 —	III 25 88 — — 211·8 —	III 5 + SW III 12 64 71 145·2 208·5	IV 12 96 — — 260·9 —	IV 15 105 — — 194·2 —	III 29 88 — — 296·9 —	IV 1 91 — — 298·1 —	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —
Kisbér	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Kőszeg	— —	— —	— —	III 27 86	IV 8 98	III 27 86	III 13 72	III 23 82	— —	IV 3 93	III 28 87	III 8 67	IV 7 97
Ugod	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Bakonybél	— — —	— — —	— — —	IV 4 94 198·2	IV 20 110 182·1	III 15 74 129·7	III 10 69 83·3	IV 1 91 211·5	III 20 79 167·5	IV 10 100 232·9	IV 5 95 201·4	III 10 69 154·6	IV 10 100 163·1
J.-Szt.-György	— —	— —	— —	III 4 63	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Székesfehérvár	— —	— —	— —	III 5 64	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Veszprém	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Körmend	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	III 15 74	III 12 71	IV 4 94	IV 13 103	III 12 71	IV 3 93
Balatonfüred	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —

III.

Eintritt der Blüthezeit von ***Cornus mas*** L.

1884	1885	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
—	—	—	III 30	III 15	IV 11	—	—	3 jähr. Mittel: III 29
—	—	—	89	74	101	—	—	88^{-14}_{+13}
—	—	—	—	—	—	—	—	IV 2
—	—	—	—	—	—	—	—	92^{-8}_{+10}
—	—	—	—	—	—	—	—	$190{\cdot}6^{-46{\cdot}1}_{+48{\cdot}9}$
—	—	—	—	—	—	—	—	III 29 bezw. 30
—	—	—	—	—	—	—	—	88^{-4}_{+17} bezw. 89^{-5}_{+16}
—	—	—	—	—	—	—	—	$233{\cdot}6^{-88{\cdot}4}_{+64{\cdot}5}$
—	—	—	IV 19	III 17	IV 9	III 25	III 19	III 30
—	—	—	109	76	99	84	78	89^{-13}_{+20}
—	—	—	366·1	215·4	181·0	182·3	200·4	$229{\cdot}0^{-48{\cdot}0}_{+137{\cdot}1}$
—	—	IV 4	—	—	—	—	—	
—	—	94	—	—	—	—	—	
—	III 20	—	—	—	—	—	—	III 26
—	79	—	—	—	—	—	—	85^{-19}_{+13}
—	—	—	IV 2	III 13	IV 10	III 20	—	4 jähr. Mittel: III 25
—	—	—	92	72	100	79	—	84^{-12}_{+16}
III 20	III 19	—	—	—	—	—	—	III 27
79	78	—	—	—	—	—	—	86^{-17}_{+24}
185·0	163·2	—	—	—	—	—	—	$172{\cdot}7^{-89{\cdot}4}_{+60{\cdot}2}$
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	III 15	—	—	—	
—	—	—	—	74	—	—	—	
III 25	III 19	—	—	—	—	—	—	III 24
84	78	—	—	—	—	—	—	83^{-12}_{+20}
—	—	III 27	III 25	III 15	IV 15	III 25	III 10	III 23
—	—	86	84	74	105	84	69	82^{-13}_{+23}
—	—	201·0	249·2	246·0	393·8	233·2	171·1	$232{\cdot}4^{-61{\cdot}3}_{+122{\cdot}7}$

III. (Fortsetzung.)

Eintritt der Blüthezeit von ***Cornus mas*** L.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883
Zalaegerszeg	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
Endréd	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Tapolcza	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Város-Hidvég	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Somogy-Karád	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Kéthely	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Nagykanizsa	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Csáktornya	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	III 4 63	III 7 66	IV 4 94	— —	— —	— —
Kaposvár	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Pécs	— — —	— — —	— — —	— — —	IV 10 100 194·2	III 18 77 223·4	III 25 84 315·7	IV 5 95 268·0	III 1 60 156·6	III 14 73 164·1	III 18 77 119·1	II 22 53 87·0	III 18 77 97·3

III. (Fortsetzung.)

Eintritt der Blüthezeit von ***Cornus mas*** L.

1884	1885	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
— — —	— — —	— — —	IV 3 93 297·0	III 14 73 194·3	IV 12 102 269·6	III 20 79 108·6	III 20 79 213·0	III 26 $85\ \frac{-12}{+17}$ $216·5\ \frac{-107·9}{+80·5}$
— —	— —	— —	III 15 74	— —	IV 4 94	— —	— —	
— —	— —	— —	— —	III 14 73	IV 2 92	III 17 76	III 19 78	4 jähr. Mittel: III 21 $80\ \frac{-7}{+12}$
— —	— —	— —	— —	III 1 60	— —	— —	— —	
— —	— —	IV 3 93	II 18 49	III 6 65	III 10 69	III 15 74	III 12 71	III 10 $69\ \frac{-20}{+24}$
— —	— —	IV 1 91	— —	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	III 20 79	III 10 69	— —	— —	— —	— —	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3 jähr. Mittel: III 15 $74\ \frac{-11}{+20}$
— —	— —	III 24 83	III 14 73	— —	— —	— —	— —	
II 1 32 66·4	II 20 51 86·7	— — —	II 25 56 —	II 21 52 —	— — —	— — —	— — —	III 12 $71\ \frac{-39}{+29}$ $161·7\ \frac{-95·3}{+154·0}$
								Magyar-Óvár 1866: III 8 67 Felső-Lő: 1858: IV 20 110, 1859: III 12 71, 1860: IV 6 96 = IV 2 $92\ \frac{-21}{+18}$

Es zeigt sich also, dass die Blüthezeit von *Galanthus nivalis* in der Regel am 1. März eintritt, also nach etwa 60 Tagen, wobei eine Schwankung von −8 und +9 Tagen anzumerken ist. Die positive Wärmesumme vom 1. Januar bis zu diesem Datum beträgt bei einer Schwankung von −11° und +40° im Durchschnitt 78° C.

Für *Corylus Avellana* ergeben sich in demselben Sinne folgende Zahlen: 3. März, Schwankung −11 und +13 Tage; Wärmesumme 93° C., Schwankung −11° und +20°.

Für *Cornus mas:* 23. März, Schwankung −13 und +10 Tage; Wärmesumme 205° C., Schwankung −43° und +48°.

Wenn wir nun die einzelnen Angaben, sowie die Endresultate der dem Balaton zunächstgelegenen Stationen mit denen der ferneren Stationen vergleichen (siehe auch die Karte), so gewinnen wir die Überzeugung, dass die phänologischen Ergebnisse sich sehr wohl auf die Verschiedenheit in der geographischen Länge und besonders in der geographischen Breite, nebstdem in der Meereshöhe, vielleicht auch noch auf einige lokale Verhältnisse, wie Lage und Neigung des Terrains und dergleichen zurückführen lassen. Eine auffallende Beeinflussung seitens des Balaton auf seine nächste Umgebung ist dagegen nicht zu merken. Es empfiehlt sich diesbezüglich auch eine Höhenkarte, sowie eine geologische Karte des Gebiets vor Augen zu halten.

III. Der Frühling.

Die Zusammenstellung der auf diese Jahreszeit bezüglichen wichtigsten und leicht bewerkstelligten Beobachtungen ist in den folgenden Tabellen eine ähnliche wie in den vorhergehenden; es werden aber statt der umfangreichen Tabellen mit den einzelnen Beobachtungsangaben der verschiedenen Jahre blos nur die auf Grund Berechnung der mehrjährigen Beobachtungsangaben gewonnenen Mittelwerthe angeführt.

Zum Schlusse sind noch allgemeine Bemerkungen über die Ergrünung des Laubwaldes beigefügt.

IV.

Eintritt der Blüthezeit von *Pirus Malus* L.

Pannonhalma — IV 25; 115 $\frac{-11}{+7}$

Pilis-Jenő — IV 26; 116 $\frac{-14}{+13}$; 430·8 $\frac{-48{\cdot}2}{+44{\cdot}3}$

Budapest r. Ufer
- 1871—1877: IV 19; 109 $\frac{-9}{+18}$; 454·7 $\frac{-103{\cdot}0}{+51{\cdot}0}$
- 1892—1897: IV 27; 117 $\frac{-8}{+12}$; 503·1 $\frac{-166{\cdot}7}{+66{\cdot}7}$
- 1858: IV 29; 119

Kőszeg — V 5; 125 $\frac{-22}{+12}$

Ugod — V 3; 123 $\frac{-28}{+36}$

Felső-Lő:
1858: V 13; 133 — 1859: IV 30; 120 — 1860: V 8; 128 = V 7; 127 $\frac{-7}{+6}$

Bakonybél — V 3; 123 $\frac{-11}{+13}$; 508 5 $\frac{-100\ 0}{+81{\cdot}7}$

Körmend — IV 25; 115 $\frac{-20}{+17}$

Balatonfüred — IV 21; 111 $\frac{-11}{+14}$; 511·6 $\frac{-91{\cdot}1}{+44{\cdot}1}$

Zalaegerszeg — IV 28; 118 $\frac{-20}{+10}$; 525·6 $\frac{-136{\cdot}0}{+56{\cdot}8}$

Somogy-Karád — IV 24; 114 $\frac{-9}{+5}$

Nagykanizsa — IV 20; 110 $\frac{-8}{+6}$

Csáktornya — IV 14; 104 $\frac{-7}{+6}$

Szálka — IV 28; 118 $\frac{-8}{+6}$

Pécs — IV 18; 108 $\frac{-17}{+12}$; 503 3 $\frac{-128{\cdot}1}{+158{\cdot}8}$

V.

Anfang der Laubentwicklung von *Populus nigra* L.

Pilis-Jenő — IV 19; 109 $\frac{-14}{+20}$; 354 4 $\frac{-77{\cdot}0}{+57{\cdot}0}$

Budapest r. Ufer
- 1892—1897: IV 27; 117 $\frac{-11}{+11}$; 505·4 $\frac{-69{\cdot}0}{+149{\cdot}7}$
- 1858: IV 24; 114

Ravazd — IV 30; 120 $\frac{-29}{+25}$

Ugod — IV 20; 110 $\frac{-5}{+3}$

Bakonybél — V 5; 125 $\frac{-16}{+11}$; 426·9 $\frac{-223{\cdot}1}{+134{\cdot}6}$

Balatonfüred — IV 21; 111 $\frac{-16}{+9}$; 485·4 $\frac{-76{\cdot}8}{+223{\cdot}3}$

Zalaegerszeg — V 7; 127 $\frac{-7}{+8}$; 622 5 $\frac{-278{\cdot}1}{+154{\cdot}0}$

Tapolcza — IV 23; 113 $\frac{-6}{+5}$

Somogy-Karád — IV 25; 115 $\frac{-9}{+7}$

Pécs — IV 12; 102 $\frac{-19}{+20}$; 398·5 $\frac{-110{\cdot}1}{+103{\cdot}4}$

VI.

Anfang der Laubentwicklung von *Tilia platyphyllos Scop.*

Pannonhalma — IV 21 — 111 $\frac{-6}{+5}$

Budapest r. Ufer 1892—1897 — IV 30 — 120 $\frac{-21}{+27}$ — 457·2 $\frac{-128·2}{+281·6}$ — 1858: IV 21 — 111

Felső-Lő — 1859: IV 30 — 120 — 1860: IV 22 — 112

Kőszeg — IV 21 — 111 $\frac{-4}{+14}$

Ugod — IV 30 — 120 $\frac{-8}{+6}$

Bakonybél — V 3 — 123 $\frac{-15}{+7}$ — 419·7 $\frac{-42·5}{+88·7}$

Körmend — IV 20 — 110 $\frac{-21}{+14}$

Balatonfüred — IV 19 — 109 $\frac{-14}{+12}$ — 479·0 $\frac{-66·3}{+82·6}$

Zalaegerszeg — V 10 — 130 $\frac{-16}{+15}$ — 709·5 $\frac{-184·9}{+204·1}$

Tapolcza — V 7 — 127 $\frac{-10}{+13}$

Somogy-Karád — IV 22 — 112 $\frac{-7}{+7}$

Nagykanizsa — IV 19 — 109 $\frac{-3}{+1}$

Csáktornya — IV 17 — 107 $\frac{-2}{+2}$

Szálka — IV 30 — 120 $\frac{-8}{+8}$

Pécs — IV 17 — 107 $\frac{-24}{+14}$ — 461·5 $\frac{-75·0}{+92·8}$

VII.

Eintritt der Blüthezeit von *Pirus communis* L.

Pannonhalma — IV 23 — 113 $\frac{-10}{+7}$

Pilis-Jenő — IV 22 — 112 $\frac{-3}{+16}$ — 394·8 $\frac{-24·0}{+26·0}$

Budapest r. Ufer 1871—1877 — IV 18 — 108 $\frac{-9}{+19}$ — 450·6 $\frac{-98·9}{+55·1}$

Budapest r. Ufer 1892—1897 — IV 25 — 115 $\frac{-5}{+5}$ — 467·2 $\frac{-101·9}{+74·6}$ — 1857: IV 13 — 103 — 1858: IV 28 — 118

Kőszeg — IV 25 — 115 $\frac{14}{+13}$

Felső-Lő: 1858: IV 22 — 112; 1859: IV 11 — 101; 1860: V 4 — 124 = IV 22 — 112 $\frac{-11}{+12}$

Bakonybél — IV 28 — 118 $\frac{-12}{+12}$ — 447·2 $\frac{-74·8}{+59·7}$

Körmend — IV 18 — 108 $\frac{-21}{+16}$

Balatonfüred — IV 17 — 107 $\frac{-12}{+13}$ — 457·6 $\frac{-37·1}{+29·1}$

Zalaegerszeg — IV 24 — 114 $\frac{-17}{+10}$ — 481·1 $\frac{-104·6}{+98·2}$

Somogy-Karád — IV 18 — 108 $\frac{-8}{+7}$

Nagykanizsa — IV 16 — 106 $\frac{-5}{+10}$

Csáktornya — IV 13 — 108 $\frac{-21}{+16}$

Pécs — IV 12 — 102 $\frac{-21}{+12}$ — 403·7 $\frac{-230·7}{+105·5}$

VIII.

Anfang der Laubentwicklung von ***Fraxinus excelsior*** L.

Pannonhalma	IV 27 118 $\frac{-11}{+11}$	Balatonfüred	IV 21 111 $\frac{-11}{+7}$ 500·9 $\frac{-92·3}{+84·8}$
Pilis-Jenő	IV 23 113 $\frac{-14}{+16}$ 398·1 $\frac{-77·0}{+77·0}$	Zalaegerszeg	V 1 121 $\frac{-5}{+11}$ 585·9 $\frac{-156·6}{+97·2}$
Budapest r. Ü. 1892 1897	IV 20 110 $\frac{-8}{+8}$ 405·8 $\frac{-80·6}{+27·4}$ 1858: IV 27 117	Tapolcza	IV 29 119 $\frac{-5}{+3}$
Ravazd	IV 26 116 $\frac{-6}{+8}$	Somogy-Karád	IV 12 102 $\frac{-6}{+12}$
Ugod	IV 23 113 $\frac{-5}{+5}$	Nagykanizsa	IV 22 112 $\frac{-6}{+4}$
		Szálka	IV 26 116 $\frac{-3}{+2}$
Bakonybél	IV 25 115 $\frac{-10}{+11}$ 334·6 $\frac{-71·4}{+97·8}$	Pécs	IV 17 107 $\frac{-25}{+17}$ 758·5 $\frac{-85·9}{+83·7}$

IX.

Eintritt der Blüthezeit von ***Prunus Cerasus*** L.

Pannonhalma	IV 21 111 $\frac{-10}{+6}$	Zalaegerszeg	IV 21 111 $\frac{-11}{+10}$ 451·1 $\frac{-63·1}{+128·2}$
Budapest r. U. 1894—1897	IV 22 112 $\frac{-10}{+7}$ 445·6 $\frac{48·3}{+53·2}$ 1856: IV 15 105	Tapolcza	IV 12 102 $\frac{-10}{+19}$
Ugod	IV 26 116 $\frac{-6}{+7}$	Somogy-Karád	IV 19 109 $\frac{-9}{+8}$
		Nagykanizsa	IV 18 108 $\frac{-8}{-6}$
Balatonfüred	IV 18 108 $\frac{11}{+7}$ 465·5 $\frac{-56·9}{+90·2}$	Felső-Lő:	1858: IV 20 110; 1859: IV 9 99; 1860: IV 29 119 = IV 19 109 $\frac{-10}{+10}$

X.

Anfang der Laubentwicklung von ***Fagus silvatica*** L.

Station	Datum	Tag	Abweichung	Summe	Abweichung
Pannonhalma	IV 22	112	− 12 / + 11		
Pilis-Jenő	IV 21	111	− 5 / + 17	383 1	− 107·3 / + 104·2
Budapest r. U. 1892—1897	IV 19	109	− 5 / + 11	412·6	− 117·2 / + 53·5
1856:	IV 20	110			
1857:	IV 7	97			
1858:	IV 22	112			
Ravazd	IV 20	110	− 11 / + 7		
Kőszeg	IV 18	108	− 12 / + 11		
Ugod	IV 18	108	− 4 / + 2		
Bakonybél	IV 22	112	− 17 / + 21	391·9	− 67 8 / + 90·8
Balatonfüred	IV 22	112	− 7 / + 8	509·6	− 41·3 / + 46·1
Zalaegerszeg	IV 21	111	− 11 / + 10	446 7	− 97·9 / + 87·8
Tapolcza	IV 20	110	− 8 / + 7		
Somogy-Karád	IV 20	110	− 5 / + 11		
Nagykanizsa	IV 14	104	− 6 / + 4		
Csáktornya	IV 18	108	− 3 / + 2		
Szálka	IV 16	106	− 7 / + 4		
Pécs	IV 12	102	− 27 / + 13	384·2	− 108·7 / + 180·0

XI.

Anfang der Laubentwicklung von ***Aesculus Hippocastanum*** L.

Station	Datum	Tag	Abweichung	Summe	Abweichung
Pannonhalma	IV 15	105	− 7 / + 5		
Pilis-Jenő	IV 16	106	− 12 / + 22	310·0	− 46·8 / + 46·0
Budapest r. U. 1892—1897	IV 14	104	− 16 / + 15	358·8	− 71·1 / + 156 6
1856:	IV 11	101			
1857:	IV 4	94			
1858:	IV 21	111			
Ravazd	IV 14	104	− 6 / + 7		
Kőszeg	IV 21	111	− 3 / + 14		
Ugod	IV 21	111	− 3 / + 14		
Bakonybél 1874—1878	IV 22	112	− 12 / + 11	369·1	− 63·0 / + 85·6
Bakonybél 1880—1885	IV 21	111	− 6 / + 7	365·9	− 176·4 / + 105·6
Balatonfüred	IV 10	100	− 5 / + 5	383·5	− 90·2 / + 43·1
Zalaegerszeg	IV 20	110	− 8 / + 5	434·8	− 72·6 / + 71·4
Tapolcza	IV 20	110	− 5 / + 4		
Somogy-Karád	IV 29	119	− 19 / + 11		
Nagykanizsa	IV 15	105	− 5 / + 5		
Csáktornya	IV 11	101	− 4 / + 4		
Szálka	IV 20	110	− 3 / + 5		
Pécs	IV 10	100	− 12 / + 12	379·5	− 12 85 / + 85·0

XII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Prunus avium*** L.

Pannonhalma	IV 17	107	−9 / +7			
Pilis-Jenő	IV 18	108	−11 / +15	350 9	−48·9 / +31·9	
Budapest r. Ufer 1893—1897	IV 18	108	−8 / +3	371·9	−58 8 / +58.8	1857: IV 13 — 103; 1858: IV 24 — 114
Kőszeg	IV 21	111	−13 / +12			
Ugod	IV 27	117	−7 / +4			
Bakonybél	IV 22	112	−21 / +16	385·2	−55·3 / +73 1	
Körmend	IV 15	105	−20 / +17			
Balatonfüred	IV 15	105	−10 / +15	436·2	−23 5 / +38·3	
Zalaegerszeg	IV 18	108	−12 / +10	414 5	−57·5 / +90·0	
Somogy-Karád	IV 14	104	6 / +8			
Nagykanizsa	IV 14	104	−6 / +6			
Csáktornya	IV 12	102	−4 / +6			
Szálka	IV 13	103	−6 / +8			
Pécs	IV 8	98	−25 / +22	406.4	−133·3 / +130·4	

XIII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Ribes rubrum*** L.

Pannonhalma	IV 14	104	−6 / +5			
Budapest r. U. 1893—1897	IV 18	108	−6 / +7	395·2	−110·1 / +41·6	1856: IV 15 — 105
Ugod	IV 14	104	−10 / +9			
Balatonfüred	IV 8	98	−14 / +12	355 4	−61·0 / +71·2	
Zalaegerszeg	IV 20	110	−14 / +10	434 7	−67·2 / +57·8	
Somogy-Karád	IV 15	105	−6 / +5			
Nagykanizsa	IV 14	104	−8 / +7			
Szálka	IV 21	111	−1 / +13			
Felső-Lő						1859: IV 13 — 103; 1860: IV 1 — 121

XIV.
Eintritt der Blüthezeit von ***Prunus armeniaca*** L.

Station		Datum / Werte
Pannonhalma		IV 13; $103\ {}^{-8}_{+10}$
Pilis-Jenő		IV 14; $104\ {}^{-6}_{+13}$; $305{\cdot}9\ {}^{-73\cdot1}_{+31\cdot6}$
Budapest r Ufer	1871—1877	IV 7; $97\ {}^{-16}_{+18}$; $315{\cdot}2\ {}^{-90\cdot8}_{+104\cdot6}$
	1893—1897	IV 11; $101\ {}^{-12}_{+5}$; $315{\cdot}0\ {}^{-29\cdot9}_{+32\cdot2}$
	1856: IV 12 / 102	1857: IV 2 / 92 — 1858: IV 23 / 113
Kőszeg		IV 12; $102\ {}^{-11}_{+21}$
Ugod		IV 22; $112\ {}^{-15}_{+16}$
Körmend		IV 10; $100\ {}^{-21}_{+14}$
Balatonfüred		IV 5; $95\ {}^{-4}_{+10}$; $333{\cdot}6\ {}^{-39\cdot8}_{+17\cdot6}$
Zalaegerszeg		IV 8; $98\ {}^{-8}_{+6}$; $315{\cdot}8\ {}^{-40\cdot5}_{+66\cdot0}$
Somogy-Karád		IV 11; $101\ {}^{-6}_{+9}$
Nagykanizsa		IV 9; $99\ {}^{-4}_{+7}$
Csáktornya		IV 4; $94\ {}^{-3}_{+9}$
Szálka		IV 14; $104\ {}^{-10}_{+12}$
Pécs		IV 6; $96\ {}^{-25}_{+24}$; $339{\cdot}9\ {}^{-99\cdot8}_{+169\cdot3}$
Felső-Lő:		1858: IV 16 / 106 — 1859: IV 5 / 95 — 1860: IV 8 / 98 = IV 10 / $100\ {}^{-5}_{+6}$

XV.
Eintritt der Blüthezeit von ***Amygdalus nana*** L.

Station	Datum / Werte
Budapest r. U.	IV 19; $109\ {}^{-17}_{+10}$; $381{\cdot}7\ {}^{-53\cdot0}_{+37\cdot3}$ — 1857: IV 16 / 106
Pécs	III 31; $90\ {}^{-19}_{+26}$; $309{\cdot}0\ {}^{-129\cdot7}_{+164\cdot8}$

XVI.
Eintritt der Blüthezeit von ***Amygdalus communis*** L.

Station		Datum / Werte
Pannonhalma		IV 10; $100\ {}^{-10}_{+5}$
Pilis-Jenő		IV 13; $103\ {}^{-7}_{+7}$; $319{\cdot}3\ {}^{-38\cdot3}_{+52\cdot4}$
Budapest r. U.	1871—1877	III 31 bezw. IV 1; $90\ (91)\ {}^{-17\ (18)}_{+18\ (19)}$; $251{\cdot}0\ {}^{-80\cdot5}_{+47\cdot1}$ $(264{\cdot}1\ {}^{-51\cdot3}_{+34\cdot0})$
	1893—1897	IV 14; $104\ {}^{-11}_{+19}$; $356{\cdot}0\ {}^{-82\cdot9}_{+99\cdot2}$ — 1858: IV 23 / 113
Balatonfüred		IV 2; $92\ {}^{-8}_{+13}$; $301{\cdot}0\ {}^{-67\cdot8}_{+90\cdot2}$
Zalaegerszeg		IV 9; $99\ {}^{-12}_{+8}$; $321{\cdot}8\ {}^{-87\cdot1}_{+89\cdot1}$
Somogy-Karád		IV 2; $92\ {}^{-7}_{+8}$
Pécs		III 30; $89\ {}^{-21}_{+19}$; $289{\cdot}6\ {}^{-104\cdot1}_{+152\cdot1}$
Felső-Lő:		1858: IV 20 / 110 — 1859: IV 9 / 99 — 1860: IV 24 / 114 = IV 17 / $107\ {}^{-8}_{+7}$

XVII.

Anfang der Laubentwicklung von ***Vitis vinifera*** L.

Ort	Datum	Tag	Abweichung		
Pannonhalma	IV 25	115	$\frac{-10}{+7}$		
Pilis-Jenő	IV 25	115	$\frac{-15}{+15}$	424 6	$\frac{-93·9}{+158·5}$
Budapest r. Ufer	IV 25	115	$\frac{-10}{+9}$	481·5	$\frac{-90·2}{+95·8}$
	1856: IV 21 — 111	1857: IV 14 — 104	1858: IV 22 — 112		
Felső-Lő	1858: V 8 — 128	1859: V 6 — 126	1860: V 5 — 125		
Kőszeg	V 3	123	$\frac{-17}{+9}$		
Ugod	V 13	133	$\frac{-9}{+13}$		
Bakonybél	V 6	126	$\frac{-11}{+14}$	414 0	$\frac{-10·4}{+14·1}$
Balatonfüred	IV 30	120	$\frac{-10}{+6}$	620 1	$\frac{-151·9}{+71·0}$
Zalaegerszeg	V 16	136	$\frac{-12}{+14}$	780 6	$\frac{-159·7}{+133·0}$
Tapolcza	IV 23	113	$\frac{-4}{+5}$		
Somogy-Karád	IV 30	120	$\frac{-12}{+12}$		
Nagykanizsa	V 3	123	$\frac{-13}{+17}$		
Szálka	V 2	122	$\frac{-8}{+7}$		
Pécs	IV 22	112	$\frac{-25}{+18}$	525·6	$\frac{-150·4}{+194·9}$

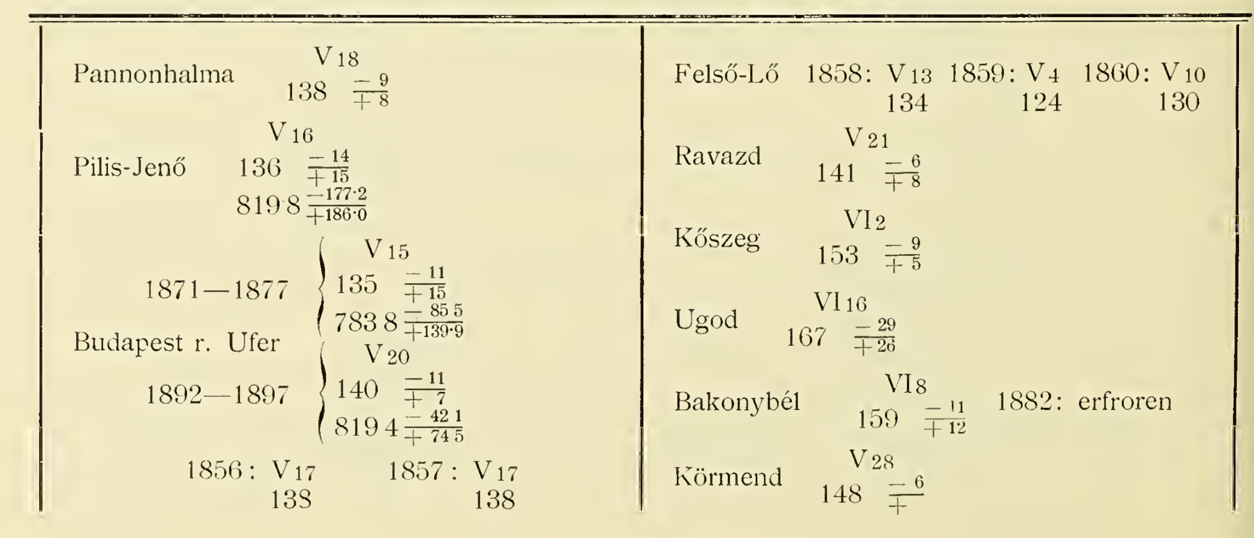
XVIII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Sorbus aucuparia*** L.

Ort	Datum	Tag	Abweichung		
Pannonhalma	V 4	124	$\frac{-9}{+6}$		
Budapest r. Ufer	V 25	145	$\frac{-10}{+16}$	910 2	$\frac{-108·8}{+168·7}$

XIX.

Eintritt der Blüthezeit von ***Robinia Pseudacacia*** L.



Ort	Datum	Tag	Abweichung		
Pannonhalma	V 18	138	$\frac{-9}{+8}$		
Pilis-Jenő	V 16	136	$\frac{-14}{+15}$	819 8	$\frac{-177·2}{+186·0}$
Budapest r. Ufer 1871—1877	V 15	135	$\frac{-11}{+15}$	783 8	$\frac{-85 5}{+139·9}$
Budapest r. Ufer 1892—1897	V 20	140	$\frac{-11}{+7}$	819 4	$\frac{-42 1}{+74 5}$
	1856: V 17 — 138	1857: V 17 — 138			
Felső-Lő	1858: V 13 — 134	1859: V 4 — 124	1860: V 10 — 130		
Ravazd	V 21	141	$\frac{-6}{+8}$		
Kőszeg	VI 2	153	$\frac{-9}{+5}$		
Ugod	VI 16	167	$\frac{-29}{+26}$		
Bakonybél	VI 8	159	$\frac{-11}{+12}$	1882: erfroren	
Körmend	V 28	148	$\frac{-6}{+}$		

XIX. (Fortsetzung.)

Eintritt der Blüthezeit von ***Robinia Pseudacacia*** L.

Balatonfüred	V 17 137 $\frac{-12}{\mp 8}$ 871·0 $\frac{-96{\cdot}8}{\mp 30{\cdot}8}$	Somogy-Karád	V 24 144 $\frac{-12}{\mp 6}$
Zalaegerszeg	V 24 144 $\frac{-8}{\mp 7}$ 914·5 $\frac{-66{\cdot}3}{\mp 70{\cdot}3}$	Nagykanizsa	V 21 141 $\frac{-11}{\mp 5}$
Tapolcza	V 12 132 $\frac{-7}{\mp 8}$	Csáktornya	V 12 132 $\frac{-4}{\mp 4}$
		Pécs	V 12 132 $\frac{-14}{\mp 16}$ 789·2 $\frac{-130{\cdot}2}{+219{\cdot}3}$

XX.

Eintritt der Blüthezeit von ***Rubus Idaeus*** L.

Pannonhalma	V 16 136 $\frac{-13}{\mp 9}$	Felső-Lő	1860: IV 8 98
		Balatonfüred	V 12 132 $\frac{-12}{\mp 13}$ 787·1 $\frac{-78{\cdot}4}{\mp 169{\cdot}2}$
Budapest r. U.	V 21 141 $\frac{-4}{\mp 3}$ 849·5 $\frac{-136{\cdot}9}{\mp 94{\cdot}7}$ 1856: V 15 135	Nagykanizsa	V 17 137 $\frac{-1}{\mp 1}$

XXI.

Eintritt der Blüthezeit von ***Cydonia vulgaris*** Pers.

Pannonhalma	V 9 128 $\frac{-9}{\mp 6}$	Felső-Lő	1859: IV 30 120 1860: IV 20 114
		Balatonfüred	V 10 130 $\frac{-10}{\mp 5}$ 766·3 $\frac{-57{\cdot}9}{\mp 49{\cdot}0}$
Budapest r. U.	V 8 128 $\frac{-13}{\mp 14}$ 663·7 ^{0} 1857: V 5 125	Somogy-Karád	V 11 131 $\frac{-11}{\mp 9}$

XXII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Lonicera tatarica*** L.

Pannonhalma	V 1 121 $\frac{-9}{\mp 8}$	Zalaegerszeg	V 11 131 $\frac{-6}{\mp 5}$ 677·8 $\frac{-30{\cdot}0}{\mp 51{\cdot}9}$
Balatonfüred	V 6 126 $\frac{-21}{\mp 14}$ 701·2 $\frac{-97{\cdot}4}{\mp 186{\cdot}8}$	Felső-Lő	1859: V 4 124 1860: V 16 136

XXIII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Cytisus Laburnum*** L.

Ort	Jahre	Datum	Tag	Abweichung	Wärmesumme
Pannonhalma		V 5	125	$\frac{-9}{\mp 6}$	
Budapest r. U.	1871—1877	V 2	122	$\frac{-11}{\mp 17}$	625·9 $\frac{-78·4}{\mp 86·3}$
	1856	V 8	128		
	1894—1897	V 10	130	$\frac{-8}{\mp 6}$	690·3 ^{0}
Felső-Lő	1858	V 5	125		
	1859	IV 28	118		
	1860	IV 8	98		
Kőszeg		V 15	135	$\frac{-14}{\mp 11}$	
Balatonfüred		V 5	125	$\frac{-10}{\mp 5}$	683·1 $\frac{-54·3}{\mp 51·5}$
Zalaegerszeg		V 15	135	$\frac{-8}{\mp 10}$	776·4 $\frac{-44·2}{\mp 51·6}$
Pécs		V 4	124	$\frac{-21}{\mp 16}$	679·7 $\frac{-103·6}{\mp 223·4}$

XXIV.

Eintritt der Blüthezeit von ***Berberis vulgaris*** L.

Ort	Jahre	Datum	Tag	Abweichung	Wärmesumme
Pannonhalma		V 5	125	$\frac{-7}{\mp 6}$	
Pilis-Jenő		V 8	128	$\frac{-16}{\mp 13}$	583·4 $\frac{-95·7}{\mp 89·9}$
Budapest r. Ufer	1871—1877	IV 30	120	$\frac{-15}{\mp 14}$	582·9 $\frac{-128·0}{\mp 122·4}$
	1892—1897	V 8	128	$\frac{-11}{\mp 6}$	637·6 $\frac{-63·4}{\mp 50·9}$
Felső-Lő	1858	V 23	140		
	1859	V 10	130		
	1860	V 16	136		
Bakonybél		V 14	134	$\frac{-9}{\mp 7}$	651·3 $\frac{-51·6}{\mp 50·6}$
Balatonfüred		V 14	134	$\frac{-9}{\mp 11}$	753·5 $\frac{-142·1}{\mp 275·7}$
Zalaegerszeg		V 16	136	$\frac{9}{\mp 14}$	776·5 $\frac{-99·5}{\mp 173·6}$
Somogy-Karád		V 17	137	$\frac{-7}{\mp 9}$	
Csáktornya		V 1	121	$\frac{-2}{\mp 1}$	
Szálka		IV 23	113	$\frac{-12}{\mp 14}$	
Pécs		IV 27	117	$\frac{-15}{\mp 13}$	617·5 $\frac{-63·9}{\mp 170·8}$

XXV.

Eintritt der Blüthezeit von ***Aesculus Hippocastanum*** L.

Pannonhalma		V 2 — 122 $\frac{-8}{+4}$	
Pilis-Jenő		V 4 — 124 $\frac{-14}{+9}$; 533·1 $\frac{-98·7}{+106·3}$	
Budapest r. U.	1871—1877	IV 23 — 113 $\frac{-9}{+3}$; 498·8 $\frac{-77·7}{+75·5}$	1856: IV 27 — 117
	1892—1897	V 4 — 124 $\frac{-12}{+10}$; 586·9 $\frac{-103·9}{+136·9}$	1857: IV 22 — 112
Kőszeg		V 8 — 128 $\frac{-12}{+9}$	
Ugod		V 11 — 131 $\frac{-30}{+30}$	
Bakonybél		V 12 — 132 $\frac{-17}{+16}$; 605·3 $\frac{-219·7}{+147·3}$	
Balatonfüred		V 3 — 123 $\frac{-8}{+7}$; 658·8 $\frac{-75·5}{+75·8}$	
Tapolcza		V 2 — 122 $\frac{-6}{+11}$	
Somogy-Karád		V 11 — 131 $\frac{-11}{+9}$	
Nagykanizsa		IV 23 — 113 $\frac{-13}{+8}$	
Csáktornya		IV 22 — 112 $\frac{-6}{+4}$	
Szálka		V 4 — 124 $\frac{-16}{+18}$	
Pécs		IV 29 — 119 $\frac{-19}{+11}$; 607·5 $\frac{-73·3}{+118·9}$	
Felső-Lő	1858: V 23 — 143	1859: V 1 — 121	1860: V 10 — 130

XXVI.

Eintritt der Blüthezeit von ***Convallaria majalis*** L.

Pilis-Jenő		V 3 — 123 $\frac{-6}{+10}$	
Budapest r. Ufer	1871—1875	IV 29 — 119 $\frac{-15}{+4}$; 548·2 $\frac{-139·1}{+178·4}$	
	1892—1897	IV 25 — 115 $\frac{-6}{+4}$; 471·9 $\frac{-106·6}{+60·3}$	
Kisbér	1892: V 8 — 128		
Ugod		V 8 — 128 $\frac{-3}{+5}$	
Felső-Lő	1859: V 6 — 126	1860: V 13 — 133	
Bakonybél		V 11 — 131 $\frac{-15}{+17}$; 603·6 $\frac{-58·0}{+172·9}$	
Körmend		V 6 — 126 $\frac{-9}{+10}$	
Balatonfüred		IV 30 — 120 $\frac{-15}{+10}$; 622·4 $\frac{-93·1}{+122·2}$	
Zalaegerszeg		V 1 — 121 $\frac{-9}{+7}$; 570·8 $\frac{-57·8}{+93·4}$	
Somogy-Karád		V 1 — 121 $\frac{-9}{+9}$	
Nagykanizsa		IV 24 — 114 $\frac{-7}{+4}$	
Csáktornya		V 3 — 123 $\frac{-2}{+1}$	
Szálka		IV 29 — 119 $\frac{-9}{+6}$	
Pécs		IV 29 — 119 $\frac{-14}{+12}$; 666·4 $\frac{-98·7}{+95·1}$	

XXVII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Narcissus poeticus*** L.

Budapest r. U.	V 13 133 $\frac{-9}{+15}$	1856: IV 23 113	Balatonfüred IV 20 110 $\frac{-14}{+11}$ 489·3 $\frac{-158·6}{+72·3}$
Felső-Lő	1860: V 16 136		Somogy-Karád IV 24 114 $\frac{-4}{+7}$

Über die allgemeine Ergrünung des Buchenwaldes

stehen uns mehrere Daten zur Verfügung:

	1892	1893	1894	1895	1896	1897
Zalaegerszeg . . . . (200 m/sm.)	V 10	V 2	IV 15	IV 25	IV 30	IV 22
Somogy-Karád . . . . (200—250 m/sm.)	IV 29–V 3	V 6—10	IV 25	IV 29	V 6	IV 19
Nagykanizsa . . . (166 m/sm.)	IV 22—28	IV 22—28	IV 12—20	IV 20—30	IV 18—22	—

Die allgemeine Ergrünung des Buchenwaldes findet also an den zwei erstgenannten Orten in der Zeit zwischen Mitte April bis gegen Mitte Mai statt. In dem bedeutend südlicher gelegenen Nagykanizsa fällt die allgemeine Ergrünung des Buchenwaldes — bei 166 m/sm. — auf die Zeit zwischen der ersten Hälfte des April bis gegen Ende desselben Monates.

Für Ugod (IV 20—V 20), Szálka (IV 13—IV 25) und Budapest (IV 20—V 20) liegen ganz ähnliche mit denen der oben genannten Stationen ziemlich übereinstimmende Beobachtungen vor.

Die allgemeine Ergrünung des Eichenwaldes

findet um etwa eine Woche später statt, als die des Buchenwaldes, wie dies aus folgenden Daten ersichtlich ist:

	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
Pannonhalma . .	—	V 16—30	—	—	—	—	—
Budapest . . .	V 3	V 21	V 10	V 12	V 12	V 10	V 11 $\frac{-8}{+10}$
Ravazd	—	—	IV 26	—	—	—	—
Ugod	—	—	V 15	V 8	—	—	—
Balatonfüred . .	V 5—15	V 10—25	IV 25	V 5—10	V 15	V 5	V 6 $\frac{-11}{+9}$
Zalaegerszeg . .	V 15	V 10	IV 24	V 7	V 3	V 5	V 6 $\frac{-12}{+9}$
Somogy-Karád . .	—	V 2—6	IV 24	V 1	—	—	—
Nagykanizsa . .	—	IV 25—V 5	IV 18—28	IV 28-V 10	—	—	—
Kaposvár . . .	—	V 18	—	—	—	—	—
Szálka	—	V 9	IV 25	V 3	—	—	—
Pécs	—	V 10	V 3	—	—	—	—

Für Budapest finden wir eine Differenz von mehr als einer Woche, u. zw. von 9 Tagen, zugleich ersehen wir, dass dafür die Schwankung im Eintritt der Ergrünung des Eichenwaldes eine bedeutend geringere ist als beim Buchenwalde.

Für Tapolcza besitzen wir endlich noch Angaben aus zwei Jahren, die wieder die Regel bestätigen:

	1894	1895
Eichenwald	V 2—10	V 4—13
Buchenwald	IV 16—21	IV 24—V 3

Genauere Angaben über das phänologische Verhalten einzelner Arten des Eichenwaldes liegen namentlich von Forstmeister J. BORSOS für Endréd und von Forstmeister E. VASZARY für Ravazd vor:

Endréd 1893.	Quercus	lanuginosa	ergrünte	IV 29,	erblühte	V 8
	„	sessiliflora	„	V 2,	„	V 11
	„	pedunculata	„	V 12,	„	V 16
	„	Cerris	„	V 12,	„	V 17
1895.	Quercus	lanuginosa	„	IV 29,	„	V 5
	„	sessiliflora	„	V 6,	„	V 6
	„	pedunculata	„	V 8,	„	V 8
	„	Cerris			„	V 12
	Ulmus sp.				„	IV 8
	Fraxinus Ornus		ergrünte	IV 29,	„	V 8
	Carpinus Betulus		„	IV 28.		
Ravazd 1894.	Quercus	lanuginosa	ergrünte	IV 16—26,	erblühte	IV 22
	„	sessiliflora	„	IV 16—26,	„	IV 22
	„	pedunculata	„	IV 16—V 1,	„	V 1
	„	Cerris	„	IV 22—V 15,	„	V 8.

IV. Frühsommer.

Nebst mehreren tabellarischen Zusammenstellungen sind auch eingelaufene Beobachtungen über die erste Heumahd mitgetheilt. Die Art und Weise der Zusammenstellungen der Beobachtungen über den Beginn der Fruchtreife bei *Ribes* ist eine ähnliche wie die über den Eintritt der Blüthezeit oder Blattentfaltung, doch ist dabei noch (unter β) die Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zum Beginn der Fruchtreife (derselben Art) verflossenen Tage sowie die entsprechende Wärmesumme angegeben.

XXVIII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Sambucus nigra*** L.

Station	Datum	Tag	Abweichung	Wärmesumme	Abweichung
Pannonhalma	V 20	140	$\frac{-12}{+7}$		
Pilis-Jenő	V 24	144	$\frac{-14}{+9}$	824·5	$\frac{-89.6}{+101·3}$
Budapest r. U. 1871—1877	V 21	141	$\frac{-19}{+13}$	872·2	$\frac{-114·3}{+21·7}$
Budapest r. U. 1892—1897	V 23	143	$\frac{-11}{+7}$	878·8	$\frac{-101·5}{+86·6}$
Budapest r. U. 1856	IV 30	120			
Budapest r. U. 1857	V 4	124			
Felső-Lő: 1858	IV 21	111			
Felső-Lő: 1859	III 14	73			
Felső-Lő: 1860	III 28	87			
Bakonybél	V 24	144	$\frac{-20}{+17}$	807·3	$\frac{-44·8}{+46·8}$
Körmend	V 28	148	$\frac{-3}{+6}$		
Balatonfüred	V 13	133	$\frac{-12}{+7}$	809·6	$\frac{-67·7}{+78·4}$
Zalaegerszeg	V 27	147	$\frac{-7}{+11}$	955·2	$\frac{-107·0}{+78·5}$
Somogy-Karád	V 26	146	$\frac{-11}{+13}$		
Nagykanizsa	V 22	142	$\frac{-8}{+5}$		
Csáktornya	V 22	142	$\frac{-14}{+7}$		
Pécs	V 20	140	$\frac{-18}{+15}$	912·3	$\frac{-107·5}{+99·4}$

XXIX.

Eintritt der Blüthezeit von ***Cornus sanguinea*** L.

Station	Datum	Tag	Abweichung	Wärmesumme	Abweichung
Pannonhalma	VI 1	152	$\frac{-4}{+10}$		
Pilis-Jenő	V 22	142	$\frac{-3}{+6}$	812·1	$\frac{-24·4}{+26·5}$
Budapest r. U. 1871—1877	V 20	140	$\frac{-9}{+7}$	855·1	$\frac{-156·8}{+49·1}$
Budapest r. U. 1892—1897	V 29	149	$\frac{-1}{+2}$	980·5	$\frac{-112·4}{+195·9}$
Balatonfüred	V 8	128	$\frac{-23}{+17}$	749·2	$\frac{-31·4}{+111·9}$
Zalaegerszeg	V 28	148	$\frac{-6}{+6}$	915·6	$\frac{-151·9}{+242·6}$
Somogy-Karád	V 24	144	$\frac{-14}{+7}$		
Pécs	IV 27	117	$\frac{-22}{+18}$	597·1	$\frac{-148.9}{+207·7}$
Felső-Lő: 1860	IV 17	107			
Bakonybél	VI 3	154	$\frac{-20}{+14}$	943·9	$\frac{-115·4}{+89·7}$

XXX.

Eintritt der Blüthezeit von ***Ligustrum vulgare*** L.

Station	Daten	Station	Daten
Pannonhalma	V 31 151 $\frac{-8}{+8}$	Balatonfüred	V 25 145 $\frac{-20}{+11}$ 1009·1 $\frac{-193·0}{+205·8}$
Budapest r. U. 1871—1875	VI 5 156 $\frac{-17}{+14}$ 1118·3 $\frac{-131·5}{+135·2}$ 1856: V 27, 147	Zalaegerszeg	VI 8 159 $\frac{-14}{+7}$ 1190·2 $\frac{-91·1}{+143·3}$
Budapest r. U. 1892—1897	VI 1 152 $\frac{-17}{+10}$ 1029·2 $\frac{-119·6}{+105·7}$ 1857: V 30, 150	Somogy-Karád	VI 3 154 $\frac{-14}{+12}$
Felső-Lő	1858: V 5, 125 — 1859: IV 3, 93 — 1860: IV 17, 107		

XXXI.

Eintritt der Blüthezeit von ***Vitis vinifera*** L.

Station	Daten	Station	Daten
Pilis-Jenő	VI 10 161 $\frac{-7}{+9}$ 1130·8 $\frac{-95·5}{+122·5}$	Balatonfüred	VI 10 161 $\frac{-5}{+10}$ 1299·9 $\frac{-129·6}{+134·1}$
Budapest r. Ufer 1871—1876	VI 6 157 $\frac{-19}{+11}$ 1137·1 $\frac{-192·7}{+205·4}$	Zalaegerszeg	VI 21 172 $\frac{-12}{+9}$ 1446·3 $\frac{-98·5}{+156·3}$
Budapest r. Ufer 1894—1897	VI 14 165 $\frac{-2}{+1}$ 1276·6 $\frac{-158·4}{+161·8}$	Somogy-Karád	VI 14 165 $\frac{-9}{+7}$
Felső-Lő	1859: V 26, 146 — 1860: V 20, 141	Nagykanizsa	VI 13 164 $\frac{-9}{+3}$
Kőszeg	VI 17 168 $\frac{-9}{+7}$	Szálka	VI 9 160 $\frac{-5}{+11}$
Ugod	VI 14 165 $\frac{-6}{+12}$	Pécs	VI 8 159 $\frac{-14}{+14}$ 1211·3 $\frac{-72·4}{+112·1}$
Körmend („spaléron művelt szőlő")	1878: VI 3, 154 — 1883: VI 8, 159		

XXXII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Symphoricarpus racemosus*** Michx.

Station	Daten	Station	Daten
Ugod	V 31 151 $\frac{-26}{+19}$	Balatonfüred	VI 19 170 $\frac{-9}{+6}$ 1477·0 $\frac{-50·6}{+67·5}$

XXXIII.

Eintritt der Blüthezeit von ***Salvia officinalis*** L.

Pannonhalma V 23 143 $\frac{-10}{+6}$	Balatonfüred V 18 138 $\frac{-13}{+12}$ 880·4 $\frac{-138{\cdot}5}{+86{\cdot}3}$

XXXIV.

Eintritt der Blüthezeit von ***Atropa Belladonna*** L.

Balatonfüred V 25 145 $\frac{-10}{+5}$ 945·2 $\frac{-62{\cdot}3}{+58{\cdot}5}$	Nagykanizsa V 16 136 $\frac{-4}{+4}$
Somogy-Karád VI 16 167 $\frac{-6}{+5}$	Felső-Lő 1859: VI 7 158 1860: VI 15 166

XXXV.

Eintritt der Blüthezeit von ***Lilium candidum*** L.

Pannonhalma VI 20 171 $\frac{-9}{+4}$	Balatonfüred VI 20 171 $\frac{-10}{+10}$ 1463 0 $\frac{-520{\cdot}4}{+81{\cdot}1}$
Pilis-Jenő VI 21 172 $\frac{-4}{+4}$ 1366 3 $\frac{-62{\cdot}4}{+70\ 0}$	Zalaegerszeg VI 25 176 $\frac{-10}{+15}$ 1523 8 $\frac{-114{\cdot}8}{+290.3}$
Budapest r. Ufer 1871—1875: VI 22 173 $\frac{-13}{+8}$ 1431 5 $\frac{-51{\cdot}1}{+35{\cdot}2}$	Somogy-Karád VI 18 169 $\frac{-7}{+5}$
Budapest r. Ufer 1894—1797: VI 4 155 $\frac{-12}{+12}$ 1102 6 $\frac{-354\ 1}{+186\ 1}$	Nagykanizsa VI 21 172 $\frac{-3}{+1}$
1856: VI 16 169 1857: VI 18 169	Szálka VI 17 168 $\frac{-5}{+8}$
Ugod V 31 151 $\frac{-26}{+19}$	Pécs VI 11 162 $\frac{-12}{+14}$ 1280·3 $\frac{-258{\cdot}1}{+177{\cdot}4}$
Kőszeg VI 26 167 $\frac{-15}{+10}$	Felső-Lő 1859: VI 26 177 1860: VI 29 180

XXXVI.

Beginn der Fruchtreife von *Ribes rubrum* L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

Ort		α	β
Pannonhalma	α	VI 6 $157\ \frac{-7}{+4}$	
Pilis-Jenő	α	VI 20 $171\ \frac{-10}{+9}$ $1288{\cdot}3\ \frac{-123{\cdot}9}{+74{\cdot}7}$	
Budapest r. U. 1892—1895	α, β	VI 20 $171\ \frac{-1}{+5}$ $1387{\cdot}2\ \frac{-73{\cdot}1}{+115{\cdot}[illegible]}$	$62\ \frac{-6}{+6}$ $971{\cdot}5\ \frac{-48{\cdot}8}{+52{\cdot}5}$
1856: VI 8, 159		1857: VI 7, 158	
Felső-Lő 1859	α	VI 21, 172; 1860: VI 22, 173	
Ugod	α, β	VI 22 $173\ \frac{-6}{+10}$	$70\ \frac{+23}{-19}$
Bakonybél	α	VI 21 $172\ \frac{-27}{+10}$ $1205{\cdot}7\ \frac{-370{\cdot}7}{+155{\cdot}8}$	
Balatonfüred	α, β	VI 16 $167\ \frac{-11}{+9}$ $1412{\cdot}3\ \frac{-247{\cdot}9}{+189{\cdot}9}$	$68\ \frac{-17}{+14}$ $1056{\cdot}9\ \frac{-236{\cdot}1}{+230{\cdot}9}$
Zalaegerszeg	α, β	VI 21 $172\ \frac{-6}{+4}$ $1424{\cdot}6\ \frac{-141{\cdot}9}{+68{\cdot}6}$	$62\ \frac{-6}{+13}$ $985{\cdot}6\ \frac{-130{\cdot}4}{+115{\cdot}0}$
Somogykarád	α, β	VI 11 $162\ \frac{-9}{+8}$	$55\ \frac{-6}{+5}$
Nagykanizsa	α, β	VI 10 $161\ \frac{-7}{+5}$	$57\ \frac{-7}{+6}$
Szálka	α	VI 27 $178\ \frac{-12}{+12}$	
Pécs	α	VI 11 $162\ \frac{-18}{+24}$ $1306{\cdot}1\ \frac{-194{\cdot}2}{+451{\cdot}6}$	

XXXVII.

Beginn der Fruchtreife von *Ribes aureum* L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

		1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
Budapest r. U	α	VII 10 191 1822·7	— — —	VI 20 171 1522·5	VI 26 177 1365·4	— — —	VI 23 174 1499·3	
	β	—	— —	62 995·9	66 1062·1	— —	74 1109·8	
Balatonfüred	α	VII 10 191 1915·2	VI 25 176 1544·1	VI 5 156 1401·8	VI 20 171 1348·1	VI 5 156 1119·2	VI 25 176 1606·3	VI 20 $171\ \frac{-15}{+20}$ $1489{\cdot}1\ \frac{-369{\cdot}9}{+426{\cdot}1}$
	β	92 1635·9	71 1117·5	51 846·1	56 939·5	51 735·6	87 1249·0	$68\ \frac{-17}{+24}$ $1087{\cdot}1\ \frac{-351{\cdot}5}{+548{\cdot}8}$
Zalaegerszeg	α	— —	— — —	— — —	VIII 30 242 2762·2	VII 20 201 1889·8	VII 10 191 1955·4	VII 30 $211\ \frac{-20}{+31}$ $2202{\cdot}5\ \frac{-312{\cdot}7}{+559{\cdot}7}$
	β	—	—	—	121 2286·3	83 1492·5	89 1504·2	$98\ \frac{-13}{+22}$ $1761{\cdot}0\ \frac{-268{\cdot}5}{+525{\cdot}3}$
Pécs	α	— —	VI 24 175 69	VI 18 169 66	—	— — —	— —	

XXXVIII.

Beginn der Fruchtreife von *Rubus Idaeus* L.

α = Eintritt der Fruchtreife. Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

		1874	1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
Pannonhalma	α	—	—	VI 21	VI 15	VI 23	—	—	VI 20
		—	—	172	166	174	—	—	$171 \frac{-5}{+3}$
	β	—	—	27	43	34	—	—	$35 \frac{-8}{+8}$
Budapest r. U.	α	—	VIII 10	—	VI 12	VI 21	VI 26	VI 25	VI 21 — 1856: VII 1
		—	191	—	163	172	177	176	$172 \frac{-9}{+2}$ — 182
		—	1822·7	—	1395·6	1270·6	1466·4	1539·2	$1417·9 \frac{-147·3}{+121·3}$
	β	—	—	—	26	31	33	32	$30 \frac{-5}{+3}$
		—	—	—	451·4	558·0	665·0	602·6	$569·2 \frac{-118·1}{+95·8}$
Kőszeg	α	VII 12	—	—	—	—	—	—	
		188	—	—	—	—	—	—	
Ugod	α	—	VIII 4	—	VII 25	VII 17	VII 20		VII 21
		—	216	—	206	198	201	—	$202 \frac{-4}{+4}$
	β	—	59		91	45	—	—	
Veszprém	α	—	—		VI 16	—	—	—	
		—	—	—	167	—	—	—	
Balatonfüred	α	—	VI 25	VI 20	VI 1	VI 25	VI 2	VI 5	VI 12
		—	176	171	152	176	153	156	$164 \frac{-13}{+12}$
		—	1602·2	1442·2	1327·0	1459·2	1056·9	1237·9	$1354·2 \frac{-297·3}{+248·8}$
	β	—	46	46	27	36	18	36	$35 \frac{-17}{+11}$
			867·6	643·4	449·7	598·1	315·0	529·3	$567·2 \frac{-252·2}{+300·4}$
Zalaegerszeg	α	—		VII 10	VI 20	VII 10	VII 4	VI 30	VII 3
		—		191	171	191	185	181	$184 \frac{-13}{+7}$
		—	—	1814·1	1553·0	1721·6	1556·9	1704·5	$1671·0 \frac{-114·1}{+143·1}$
	β	—		—	—		—	15	—
		—	—	—	—	—	—	309·1	—
Nagykanizsa	α	—	—	VI 12	VII 37	—	VII 14	—	
		—	—	163	194	—	195	—	
Kaposvár	α	—	—	VII 26				—	
		—	—	207		—		—	
	β	—	—	32	—	—	—	—	
Szálka	α	—	—	VII 5	VI 16	VI 22	—	—	VI 24
		—	—	186	167	173	—	—	$175 \frac{-8}{+11}$
	β	—	—	—	33	45	—	—	—
Pécs	α		—	VI 22	VI 15	—	—	—	
		—	—	173	166	—	—	—	
	β	—	—	48	38	—	—	—	
									Felső-Lő 1859: α VI 23, 174

Die erste Heuernte

fällt in der Regel auf Mitte Juni. Es ist bemerkenswert, dass auf die auffallend späte oder frühe Heumahd die Temperatur und die Niederschlagsmenge der beiden vorhergehenden Monate April und Mai von entschiedenem Einfluss ist. Die wichtigern Daten sind folgende:

	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885
Pilis-Jenő	VI 14-20	VI 11-17	VI 11-17	VI 11-15	VI 13-15	VI 14	—	—	—	—	—
Kőszeg	VI 13	VI 6	VI 7	VI 15	VI 16	VI 12	VII 8	VI 9	VI 14	VI 16	VI 9
Bakonybél	VI 16	VI 16	VI 15	VI 15	VI 6	VI 14	VI 13	VI 20	VI 11	VI 16	VI 15
Körmend	—	—	—	—	—	—	VI 20	VI 16	VI 6	VI 16	VI 8
Pécs	VII 7	VI 29	VI 11-20	VI 10-30	VI 18	VI 20	VI 25	—	VI 10	V 28	VI 4

In Bakonybél wurde 1879 schon in der ersten Woche des Juni zur Heuernte geschritten. Aus den entsprechenden meteorologischen Aufzeichnungen von Bakonybél geht hervor, dass im selben Jahre im April die Niederschlagsmenge 154 mm., das Temperaturmittel 9·6°, im Mai die Niederschlagsmenge ebenfalls 154 mm., das Temperaturmittel 12·1° betrug.

In Kőszeg war im April 1884 bei einem Temperaturmittel von 8·1° eine ausserordentlich hohe Niederschlagsmenge von 119 mm. zu verzeichnen. Da aber im darauffolgenden Mai die Niederschlagsmenge — bei einem Temperaturmittel von 15·6° — bloss 23 mm. betrug, so wurde das Heu doch nicht früher als Mitte Juni gemäht.

In Körmend war im April und Mai 1883 ein Temperaturmittel von 7·4° und 13·5°, eine Niederschlagsmenge von 41 und 124 mm., im April und Mai 1885 ein Temperaturmittel von 10° und 12·3°, eine Niederschlagsmenge von 42 und 144 mm. zu verzeichnen. Es sei bemerkt, dass die Niederschlagsmenge des Monates Mai in sonstigem kaum die Hälfte derjenigen von den Jahren 1883 und 1885 beträgt; somit ist die ausserordentlich frühe Heumahd in diesen zwei Jahren besonders mit der aussergewöhnlich grossen Niederschlagsmenge des Monates Mai zu erklären.

V. Der Hochsommer.

Als auf besonders wichtige und den Beobachtern leicht zugängliche, sichere und genaue Daten liefernde Erscheinungen wurde auf die Entwicklung der Cerealien die grösste Rücksicht genommen.

XXXIX.

Beginn der Fruchtreife von *Lonicera tatarica* L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

		1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
Pannonhalma	α	—	VI 18	VI 10	VI 20	—	—	VI 15
		—	168	161	170	—	—	166 $\frac{-5}{+4}$
	β	—	46	49	41	—	—	45 $\frac{-4}{+8}$
Budapest r. U.	α	—	—	—	—	VII 13	VI 30	
		—	—	—	—	194	181	
	β	—	—	—	—	71	67	
Balatonfüred	α	VII 5	VII 10	VII 1	VII 1	VII 5	VI 25	VII 3
		186	191	182	182	186	176	184 $\frac{-8}{+7}$
		1802·9	1852·8	1864·3	1576·1	1717·3	1606·3	1736·6 $\frac{-160·5}{+127·7}$
	β	46	71	77	42	51	61	59 $\frac{-17}{+18}$
		914·9	1249·0	1308·6	801·9	975·4	968·9	1036·5 $\frac{-154·6}{+212·5}$
Zalaegerszeg	α	—	—	VI 20	VI 30	VI 25	—	VI 25
		—	—	171	181	176	—	176 $\frac{-5}{+5}$
		—	—	1553·0	1508·5	1405·2	—	1488·9 $\frac{-83·7}{+64·1}$
	β	—	—	—	58	40	—	—
		—	—	—	860·7	749·2	—	—
Pécs	α	—	—	VII 13	—	—	—	
		—	—	164	—	—	—	

XL.

Beginn der Fruchtreife von *Symphoricarpus racemosus* Michx.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

		1892	1893	1894	1895	1896	1897	Mittel
Budapest r. U.	α	—	—	VIII 26	VIII 18	IX 28	VIII 6	VIII 27
		—	—	238	230	271	218	239 $\frac{-21}{+32}$
		—	—	2938·8	2471·4	3249·7	2427·9	2771·9 $\frac{-344·0}{+477·8}$
	β	—	—	115	71	—	57	
		—	—	2206·5	1432·5	—	1154·6	
Ugod	α	VII 28	—	X 5	X 22	X 2	—	X 10
		209	—	278	295	275	—	283 $\frac{-8}{+12}$
	β	54	—	153	138	105	—	132 $\frac{27}{+21}$
Balatonfüred	α	VIII 15	VIII 20	VIII 15	VIII 20	VII 25	VII 15	VIII 9
		227	232	227	232	206	196	221 $\frac{-15}{+11}$
		2656·1	2714·6	2893·3	2639·7	2133·5	2065·9	2517·2 $\frac{-451·3}{+376·1}$
	β	56	56	66	56	35	30	50 $\frac{-20}{+16}$
		1157·1	1170·5	1394·0	1180·5	699·5	639·5	1040·2 $\frac{-400·7}{+353·8}$
Város-Hidvég	α	—	—	VIII 20	—	—	—	
		—	—	232	—	—	—	
Pécs	α	—	X 5	X 5	—	—	—	
		—	278	278	—	—	—	

XLI.

Beginn der Fruchtreife von ***Sambucus nigra*** L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

Station		α Datum	α Tage	Abw.	α Wärmesumme	Abw.	β Tage	Abw.	β Wärmesumme	Abw.
Pannonhalma		VIII 10	222	−7 / +5			82	−12 / +14		
Pilis-Jenő		VIII 7	219	−13 / +11	2245·8	−217·3 / +265·4	74	−14 / +15	1421·4	−202·9 / +227·1
Budapest r. U. 1892—1897		VIII 6	218	−8 / +18	2317·5	−217·9 / +307·9	74	−13 / +12	1435·6	−194·5 / +239·5
Budapest r. U. 1857		VII 22	203							
Felső-Lő 1859		VIII 1	213							
Ugod		VIII 5	217	−26 / +21			58	−27 / +24		
Bakonybél		VIII 16	228	−11 / +16	2359·3	−330·2 / +218·7	82	−26 / +24	1568·9	−427·9 / +172·7
Balatonfüred		VIII 10	222	−26 / +10	2560·6	−494·7 / +231·3	88	−22 / +18	1751·0	−474·4 / +328·1
Somogy-Karád		VIII 15	227	−7 / +7			79	−16 / +16		
Szálka		VIII 25	237	−3 / +8						
Pécs	1875—1878	VIII 13	225	−16 / +17	2581	−252·6 / +362·5	84	−17 / +12	1663·5	−301·0 / +321·7
Pécs	1882—1885	VIII 22	234	−29 / +14	2794·8	−461·1 / +344·9	101	−20 / +25	1927·6	−398·7 / +346·9

XLII.

Beginn der Fruchtreife von ***Cornus sanguinea*** L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

Station	α Datum	α Tage	Abw.	α Wärmesumme	Abw.	β Tage	Abw.	β Wärmesumme	Abw.
Pannonhalma	VIII 18	230	−3 / +2			78	−8 / +6		
Budapest r. U.	IX 18	261	−44 / +35	3136·1	−784·4 / +427·3	112	−45 / +36	2155·6	−792·3 / +485·6
Ravazd	IX 13	256	−16 / +10						
Bakonybél	VIII 23	235	−8 / +7	2432·6	−137·8 / +198·6	82	−12 / +24	1488·7	−172·9 / +314·0
Balatonfüred	VIII 19	231	−14 / +11	2768·6	−173·8 / +164·9	103	−11 / +29	2017·8	−263·5 / +466·8
Somogy-Karád	VII 17	229	−5 / +3			82	−1 / +2		
Szálka	VIII 30	242	−3 / +4						
Pécs	IX 23	266	−5 / +7	3316·6	−184·8 / +258·9	149	−21 / +29	2728·9	−223·8 / +312·4

XLIII.

Hordeum vulgare L. aest.

$Vi\,\alpha$ = Beginn der Blüthezeit, $E\,\alpha$ = der Fruchtreife, $A\,\alpha$ = der Ernte. $Vi\,\beta$ = Zahl der verflossenen Tage: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $E\,\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\,\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte. $Vi\,\gamma$ = Summe der tägl. positiven Temperaturmittel: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $E\,\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\,\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte.

Pilis-Jenő $Vi\,\alpha$ VI 6 157 $\frac{-10}{+7}$ $A\,\alpha$ VII 8 189 $\frac{-2}{+3}$
$A\,\gamma$ 600·8 $\frac{-164·6}{+133·6}$

Budapest r. U. $A\,\alpha$ VII 13

Ravazd $A\,\alpha$ VII 12 193 $\frac{-32}{+40}$

Borostyánkő $Vi\,\alpha$ VI 21 172 $\frac{-14}{+9}$

Kőszeg $Vi\,\alpha$ VI 12

Ugod $A\,\alpha$ VII 16 197 $\frac{-11}{+11}$

Bakonybél $Vi\,\alpha$ VI 14 $E\,\alpha$ 1874—79: VII 20
$A\,\alpha$ VII 20 $A\,\beta$ 36 $\frac{-5}{+4}$ $A\,\gamma$ 665·9 $\frac{-79·4}{+114·9}$

Balatonfüred $Vi\,\alpha$ VI 2 β 153 $\frac{-8}{+13}$ $A\,\alpha$ VII 10 β 34 $\frac{-9}{+17}$
γ 944·7 $\frac{-221·3}{+266·7}$ γ 705·5 $\frac{-304·2}{+190·7}$

Zalaegerszeg $A\,\alpha$ VII 11 192 $\frac{-6}{+8}$

Nagykanizsa Vi VI 6 $A\,\alpha$ VII 11 192 $\frac{-7}{+5}$

Pécs $Vi\,\alpha$ V 24 144 $\frac{-16}{+17}$ $A\,\alpha$ VI 27 178 $\frac{-3}{+12}$
$A\,\gamma$ 573·9 $\frac{-154·5}{+232·3}$

XLIV.

Secale cereale L.

$Vi\,\alpha$ = Beginn der Blüthezeit, $E\,\alpha$ = der Fruchtreife, $A\,\alpha$ = der Ernte. $Vi\,\beta$ = Zahl der verflossenen Tage: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $E\,\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreise, $A\,\beta$ vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte. $Vi\,\gamma$ = Summe der tägl. positiven Temperaturmittel: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $E\,\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintrîtt der Fruchtreife, $A\,\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte.

Pilis-Jenő $Vi\,\alpha$ VI 1 152 $\frac{-6}{+6}$ β 253 $\frac{-23}{+11}$
$A\,\alpha$ VII 22 183 $\frac{-6}{+6}$ β 31 $\frac{-12}{+12}$ γ 1564·8 $\frac{-103·9}{+144·7}$

Budapest r. U. $Vi\,\alpha$ V 22 142 $\frac{-8}{+6}$ β 243 $\frac{-21}{+18}$
$A\,\alpha$ VII 4 185 $\frac{-6}{+2}$ β 43 $\frac{-5}{+6}$ γ 1654·8 $\frac{-57·0}{+121·2}$

Kőszeg $Vi\,\alpha$ V 25 145 $\frac{-11}{+6}$ $A\,\alpha$ VII 1 187 $\frac{-7}{+6}$
$A\,\beta$ 43 $\frac{-4}{+5}$

Ugod $Vi\,\alpha$ V 19 139 $\frac{-7}{+15}$ β 226 $\frac{-7}{+5}$ $A\,\alpha$ VII 6 187 $\frac{-7}{+4}$
$A\,\beta$ 48 $\frac{-11}{+11}$

Bakonybél $Vi\,\alpha$ V 24 144 $\frac{-20}{+12}$ $A\,\alpha$ VII 12 193 $\frac{-9}{+3}$
$A\,\beta$ 46 $\frac{-12}{+6}$ $A\,\gamma$ 1694·2 $\frac{-59·9}{+76·9}$

Körmend $Vi\,\alpha$ V 28 148 $\frac{-6}{+5}$ $A\,\alpha$ VII 3 184 $\frac{-2}{+4}$
$A\,\beta$ 35 $\frac{-5}{+5}$

Balatonfüred $Vi\,\alpha$ V 17 137 $\frac{-12}{+8}$ β 225 $\frac{-18}{+22}$
$A\,\alpha$ VII 4 185 $\frac{-9}{+11}$ β 49 $\frac{-7}{+7}$ γ 1772·7 $\frac{-166·4}{+196·4}$

Somogykarád $Vi\,\alpha$ V 23 143 $\frac{-12}{+7}$ $A\,\alpha$ VII 3 184 $\frac{-5}{+5}$
$A\,\beta$ 41 $\frac{-12}{+8}$

Nagykanizsa $Vi\,\alpha$ V 17 137 $\frac{-9}{+5}$ $A\,\alpha$ VII 3 184 $\frac{-7}{+5}$
$A\,\beta$ 46 $\frac{-5}{+6}$

Pécs $Vi\,\alpha$ V 20 140 $\frac{-10}{+13}$ $A\,\alpha$ VII 4 185 $\frac{-14}{+11}$
$A\,\beta$ 48 $\frac{-13}{+18}$ $A\,\gamma$ 1788·9 $\frac{-209·5}{+342·8}$

XLV.

Triticum vulgare Vill.

$Vi\alpha$ = Beginn der Blüthezeit, $É\alpha$ = der Fruchtreife, $A\alpha$ = der Ernte. $Vi\beta$ = Zahl der verflossenen Tage: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $É\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte. $Vi\gamma$ = Summe der tägl. positiven Temperaturmittel: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $É\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte.

	$Vi\alpha$	$A\alpha$	$A\beta$	$A\gamma$
Pilis-Jenő	VI 3 154 $\frac{-7}{+3}$	VII 9 190 $\frac{-5}{+4}$	37 $\frac{-3}{+1}$	1724·9 $\frac{-94·4}{+90·8}$
Budapest r. U.	VI 3 154 $\frac{-3}{+2}$	VII 12 193 $\frac{-4}{+5}$	40 $\frac{-5}{+3}$	1832·6 $\frac{-83·5}{+68·1}$
Kőszeg	VI 7 158 $\frac{-7}{+8}$			
Ugod	VI 6 157 $\frac{-6}{+7}$			
Bakonybél	VI 9 160 $\frac{-22}{+4}$	VII 19 200 $\frac{-3}{+1}$		1787·0 $\frac{-102·8}{+147·2}$
Balatonfüred	V 27 147 $\frac{-7}{+9}$	VII 7 188 $\frac{-6}{+8}$	42 $\frac{-16}{+9}$	1845·5 $\frac{-116·9}{+123.6}$
Somogykarád	VI 2 153 $\frac{-5}{+7}$	VII 8 189 $\frac{-7}{+8}$		
Nagykanizsa	V 29 149 $\frac{-11}{+6}$	VII 5 186 $\frac{-4}{+5}$	37 $\frac{-7}{+1}$	
Pécs	V 29 149 $\frac{-16}{+16}$	VII 7 188 $\frac{-7}{+7}$	46 $\frac{-13}{+19}$	1855·1 $\frac{-214·0}{+91·5}$

VI. Der Herbst.

Die Zeit der Maisernte, Weinlese und Grummetmahd, sowie der Verfärbung und Abfall des Laubes sind hier am meisten berücksichtigt worden.

XLVI.

Beginn der Fruchtreife von *Sorbus aucuparia* L.

α = Eintritt der Fruchtreife, Zahl der verflossenen Tage vom 1. Januar und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.
β = Zahl der seit Eintritt der Blüthezeit bis zur Fruchtreife verflossenen Tage und Angabe der Wärmesumme dieses Zeitraumes.

	α	β
Budapest r. U.	X 4 277 $\frac{-18}{+16}$; 3275·5 $\frac{-701·2}{+319·2}$	136 $\frac{-18}{+7}$; 2370·0 $\frac{-597·1}{+315·1}$
Ugod	IX 20 198 $\frac{-21}{+27}$	118 $\frac{-9}{+19}$

XLVII.

Eintritt der Blüthezeit von *Colchicum autumnale* L.

Budapest r. U.	IX 6 249 $\frac{-7}{+8}$; 2938·6 $\frac{-81·3}{+91·1}$
Bakonybél	IX 1 244 $\frac{-10}{+15}$; 2660·0 $\frac{-126·0}{+135·6}$ bezw. 2529·2 $\frac{-139·2}{+54·7}$
Balatonfüred	IX 5 248 $\frac{-11}{+15}$; 3107·3 $\frac{-225·5}{+199·2}$
Pécs	IX 23 266 $\frac{-12}{+9}$; 3370·7 $\frac{-174·1}{+122·9}$
Felső-Lő	1860: VIII 27 239

XLVIII.

Zea Mays L.

$Ve\alpha$ = Beginn der Aussaat, $Vi\alpha$ = der Blüthezeit, $\acute{E}\alpha$ = der Fruchtreife, $A\alpha$ = der Ernte. $Vi\beta$ = Zahl der verflossenen Tage: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $\acute{E}\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\beta$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte. $Vi\gamma$ = Summe der tägl. positiven Temperaturmittel: vom Beginn der Aussaat bis zum Eintritt der Blüthezeit, $\acute{E}\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Fruchtreife, $A\gamma$ = vom Beginn der Blüthezeit bis zum Eintritt der Ernte.

Pilis-Jenő $Vi\alpha$ VI 23 $A\alpha$ VIII 26
$A\beta$ 89 $\frac{-24}{+22}$ $\acute{E}\gamma$ 1477 9 $\frac{-421{\cdot}1}{+499{\cdot}2}$
$A\gamma$ 1573·4 $\frac{-304{\cdot}6}{+511{\cdot}2}$

Budapest r. U. Ve IV 25 / 115 $\frac{-2}{+2}$ $Vi\alpha$ VII 8
$Vi\beta$ 73 $\frac{-9}{+7}$ $Vi\gamma$ 1276·7 $\frac{-84{\cdot}3}{+129{\cdot}0}$ $A\alpha$ IX 17
$A\beta$ 70 $\frac{-6}{+5}$ γ 1401 0 $\frac{-83{\cdot}2}{+118{\cdot}0}$

Ugod $Vi\alpha$ VII 12 β 193 $\frac{-12}{+13}$ $A\beta$ 87 $\frac{-9}{+10}$

Bakonybél $Vi\alpha$ (1874—79) VII 22
(1881—1885) VII 23 $A\alpha$ X 10
$A\beta$ 78 $\frac{-8}{+5}$ $A\gamma$ 1182·6 $\frac{-129{\cdot}0}{+94{\cdot}4}$

Balatonfüred $Ve\alpha$ IV 21 / 112 $\frac{-12}{+9}$ $Vi\alpha$ VI 22
$Vi\beta$ 60 $\frac{-9}{+15}$ $A\beta$ 78 $\frac{-31}{+19}$ $A\gamma$ 1613·5 $\frac{-95{\cdot}6}{+330{\cdot}5}$
$A\alpha$ IX 9

Zalaegerszeg $Vi\alpha$ VII 15 / 196 $\frac{-5}{+7}$ $Vi\gamma$ 1382 0 $\frac{25{\cdot}3}{+28{\cdot}0}$
$A\beta$ 75 $\frac{-13}{+19}$ $A\gamma$ 1332·6 $\frac{149{\cdot}1}{+115{\cdot}9}$

Somogy-Karád Ve IV 22 / 112 $\frac{-11}{+13}$ $Vi\alpha$ VI 19
$Vi\beta$ 62 $\frac{-29}{+15}$ $A\alpha$ IX 24 $A\beta$ 97 $\frac{-32}{+32}$

Nagykanizsa Ve IV 28 / 118 $\frac{-4}{+4}$ $Vi\alpha$ VII 12
$Vi\beta$ 79 $\frac{-6}{+18}$ $A\alpha$ IX 17 $A\beta$ 66 $\frac{-8}{+5}$

Weinlese.

Die Zeit der Weinlese beginnt in der Regel Mitte und Ende September, nicht aber vor der zweite Woche des September, selten erst Mitte Oktober. Aus den diesbezüglichen, im ungarischen Originaltext auf Seite 43 angegebenen Daten wäre es aber verfehlt, auf natürliche, phänologische Ursachen der Schwankung schliessen zu wollen, denn sowohl die Laubentfaltung, Blüthezeit und Fruchtreife, als auch die Ernte der Weintrauben selbst fällt je nach den verschiedenen Sorten auf einen verschiedenen Zeitpunkt, indem namentlich „das blaue oder rote“ bedeutend früher als „das weisse“ eingeheimst wird.

Grummeternte.

Die zweite Mahd fällt in der Regel auf die zweite Hälfte des August und auf die erste Woche des September, wie dies aus den nachstehenden Daten hervorgeht.

	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885
Pilis-Jenő	—	VIII 23-28	VIII 29-IX 12	VIII 29-IX 12	VIII 24-29	VIII 21-24	VIII 30	—	—	—	—	—
Borostyánkő	—	VIII 28-IX 5	VIII 18-30	—	—	—	—	—	—	—	VIII 21	VIII 21
Kőszeg	—	—	IX 11	VIII 23	VIII 3	VIII 30	IX 1	IX 1	IX 9	VIII 27	IX 5	IX 10
Bakonybél	IX 7	IX 2	IX 1	VIII 30	IX 2	IX 1	VIII 28	IX 4	IX 1	—	—	—
Körmend	—	—	IX 10-25	—	IX 3	—	VIII 27	IX 1	IX 1	—	—	—
Pécs	—	—	IX 1-14	VIII 20-IX 9	VIII 18-25	VIII 20	VIII 20	VIII 26	IX 9	IX 12	VIII 26	VIII 26

Laubverfärbung und Laubfall.

Bezüglich der Verfärbung des Laubes hat es sich herausgestellt, dass dieselbe durch ausserordentliche Hitze und Trockenheit beschleunigt wird. Auf den Eintritt des allgemeinen Laubfalles ist Reifbildung besonders massgebend.

Die Verfärbung des Laubes von *Aesculus Hippocastanum* fällt nach den Beobachtungen in den Jahren 1893—1897 auf die Zeit zwischen Ende August und Mitte Oktober. Es ist also diesbezüglich eine sehr grosse Schwankung zu verzeichnen umsomehr, da ausnahmsweise auch der 15. August als erster Tag für diese Erscheinung angegeben wird.

Die Verfärbung des Laubes von *Fagus silvatica* fällt auf die Zeit zwischen den 18. September und 15. November.

Als Zeit des allgemeinen Laubfalles wird als sehr frühes Datum der 15. September, als besonders spätes der 20. November angegeben.

VII. Die phytophänologische Karte des Kreises jenseits der Donau.

Zur Erläuterung der Karte sei folgendes bemerkt. Die Station Pécs dient als Ausgangspunkt. Vor allem wurde die normale Zeit der Blütheneröffnung mehrerer, phänologisch besonders wichtiger Holzgewächse auf Grund 12jährigen Beobachtungsmaterials festgestellt.

Prunus armeniaca L. . .	IV 6	*Pirus communis* L. . . .	IV 12
Prunus avium L.	IV 8	*Pirus Malus* L.	IV 18
Prunus spinosa L. . . .	IV 11	*Syringa vulgaris* L. . . .	IV 23
Persica vulgaris Mill. . .	IV 11	*Aesculus Hippocastanum* L.	IV 29

Mit diesen Daten wurde die normale Zeit der Blütheneröffnung derselben Holzgewächse für die übrigen Stationen verglichen. Es stellte sich heraus, dass

bei	Körmend	die	Blüthezeit	in	der	Regel	um	4·9	Tage	später	eintritt	als	in	Pécs,
„	Budapest r. U.	„	„	„	„	„	„	5·8	„	„	„	„	„	„
„	Pilis-Jenő	„	„	„	„	„	„	6·0	„	„	„	„	„	„
„	Kőszeg	„	„	„	„	„	„	11·9	„	„	„	„	„	„
„	Bakonybél	„	„	„	„	„	„	16·0	„	„	„	„	„	„

Vergleichen wir die so erhaltenen Resultate mit dem Temperaturmittel der Monate März und April für die betreffenden Stationen:

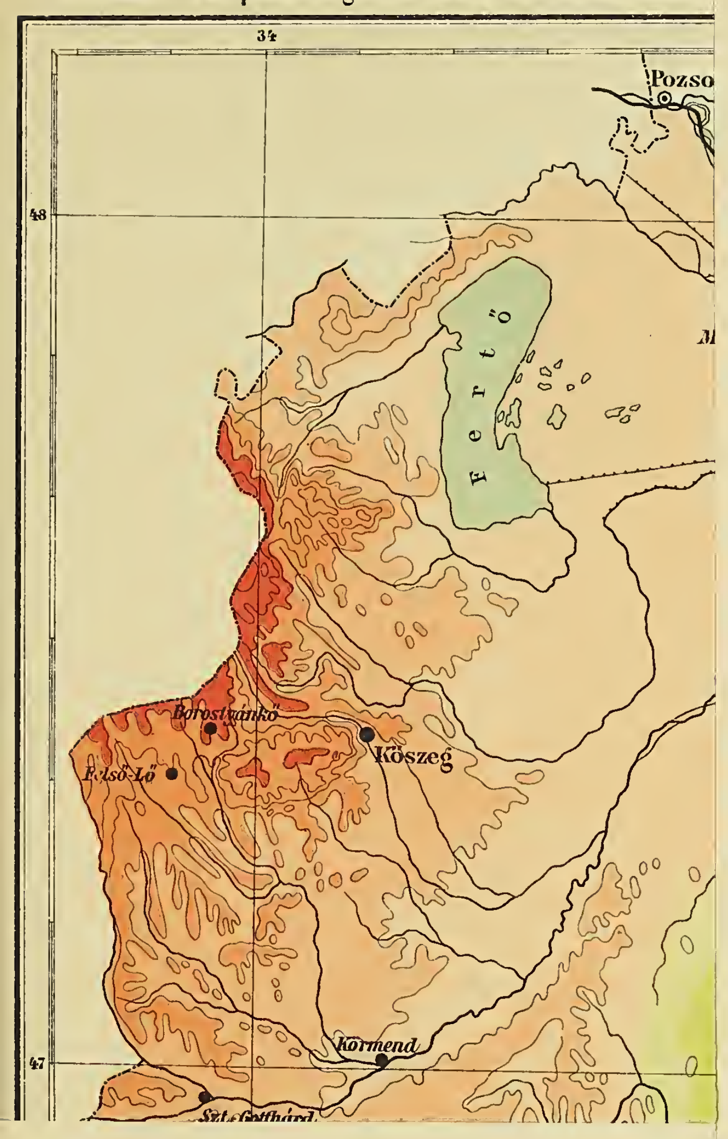
Pécs 8·23° C.	Körmend 6·70° C.	Budapest r. U. 7·50° C.
Pilis-Jenő 7·60° C.	Kőszeg 6·68° C.	Bakonybél 6·29° C.

Man sieht, dass zwischen dem Temperaturmittel der beiden Monate und der Blüthezeit ein offenbarer, wenn auch nicht präzis ausgedrückter Zusammenhang herrscht; wir können annehmen, dass die auf genannter Weise gewonnenen Resultate etwas für die betreffenden Stationen charakteristisches ausdrücken und so wurde auf Grund derselben die beigefügte Karte entworfen.

Wenn wir einen Blick auf die Karte werfen und auch die Höhenlagen nebst den geologischen Verhältnissen vor Augen halten, so bemerken wir, dass hauptsächlich die geographische Breite, auch Länge, dann die Höhe und wahrscheinlich auch geognostische Unterlage, also genau dieselben Faktoren, die auch die Temperatur beeinflussen, auf die phytophänologischen Erscheinungen einwirken. Ob der Balatonsee als mitspielender Faktor auch eine Rolle spielt, lässt sich nicht bestimmen; soviel ist sicher, dass er als wesentlicher phytophänologischer Faktor nicht in Betracht kommen kann, wie wir dies schon im II. Abschnitt anmerkten und wie es auch aus sämmtlichen übrigen tabellarischen Zusammenstellungen hervorgeht. Dieses negative Ergebniss deckt sich mit dem in Bezug auf die klimatischen Verhältnisse der Umgebung des Balatonsees von Sáringer festgestellten Resultat. Aus den meteorologischen Beobachtungen, denen — der Natur der Sache entsprechend — eine ungemein präzisere Methode zu Grunde liegt, hat es sich nämlich nach Sáringer herausgestellt, dass der Balatonsee in meteorologischer Hinsicht zwar einen unverkennbaren, aber nur auf die nächste Umgebung sich erstreckenden, geringfügigen, hauptsächlich in der Abschwächung der täglichen Temperaturextremen sich kundgebenden Einfluss ausübt.



M. Staub: Die phänologische Karte des transdanubi





M. Staub: Die phänologische Karte des transdanubischen Theiles Ungarns.

Pozsony
M. Óvár
Fertő
Rábcza
Duna
Ó-Gyalla
Komárom
Nógrád
Vácz
Győr
Rába
Pannonhalma
Ravazd
Kisbér
Jenő
BUDAPEST
Borostyankő
F. Lső-Lő
Kőszeg
Pápa
Ugod
Bakonybél
J.-Szt.-György
Sz. Fejérvár
Veszprém
Körmend
Szt. Gotthárd
B. Füred
Tihany
Sió
Duna-Pentele
Tapolcza
Endréd
Zala
Zala-Egerszeg
Balaton
Város-Hidvég
Keszthely
Kéthely
Karád
Mura
Kalocsa
N. Kanizsa
Csáktornya
Kaposvár
Szálka
Baja
Dráva
Pécs
Bezdán
Apatin
Duna
Eszék

	um mehr als 5 Tage früher als bei Pécs
	1–5 Tage früher als bei Pécs
	gleichzeitig mit Pécs
	um 1–5 Tage später als bei Pécs
	um 5, 1 " " " " "
	um 10, 1 " " " " "
	um mehr als 15 Tage später als bei Pécs

34° Ferró 35 36

Maßstab 1:1000.000.

Metsz. és nyom. Kogutowicz és Társa Magyar Földrajzi Intézete Budapesten



I. Band. Physische Geographie des Balatonsees und seiner Umgebung.

I. Theil. Geographische Beschreibung der Balatonsee-Umgebung, sammt deren Orographie und Geologie. Von LUDWIG VON LÓCZY.
» » Geophysikalischer Anhang. Von Baron Dr. LORÁND EÖTVÖS, DR. LUDWIG STEINER und DR. ROBERT V. STERNECK.
» » Palaeontologischer Anhang. Von mehreren in- und ausländischen Mitarbeitern.
II. Theil. Hydrographie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY.
III. » Limnologie des Balatonsees. Von EUGEN VON CHOLNOKY. Preis 6 Kr.
IV. » 1. Section. Die klimatologischen Verhältnisse der Umgebung des Balatonsees. Von Dr. JOH. CANDID SÁRINGER. Preis 7 Kr.
» » 2. » Die Niederschlagsverhältnisse der Umgebung des Balatonsees. Von EUGEN VON BOGDÁNFY. Preis 4 Kr.
» » 3. » Resultate der Phytophänologischen Beobachtungen in der Umgebung des Balatonsees. Aus dem Nachlasse des weil. Dr. MORITZ STAUB, in Druck gelegt von DR. J. BERNÁTSKY. Preis 6 Kr.
V. Theil. Die physikalischen Verhältnisse des Wassers des Balatonsees.
» » 1. Section. Temperatur des Balatonseewassers. Von Dr. JOH. CAN. SÁRINGER. Preis 3 Kr.
» » 2. » Die Farbenerscheinungen des Balatonsees. Von EUG. V. CHOLNOKY und
» » 3. » Die Reflexionserscheinungen der bewegten Wasserflächen. Von DR. BARON BÉLA HARKÁNYI. Preis zusammen 6 Kr.
» » 4. » Das Eis des Balatonsees. Von DR. LUDWIG V. LÓCZY und DR. EUG. V. CHOLNOKY.
VI. Theil. Chemische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees Von Dr. LUDWIG VON ILOSVAY. Preis 1 Kr. 60 H.

II. Band. Die Biologie des Balatonsees.

I. Theil. Fauna. — Einleitung und allgemeine Übersicht. Von Dr. GÉZA ENTZ. 1—14. Section, von mehreren Mitarbeitern. Preis 14 Kr.
Anhang. Beiträge zur Kenntniss des Planktons des Balaton. Von DR. GÉZA ENTZ. jun. und I. Nachtrag zu den lebenden Weichthieren. Von DR. ARTHUR WEISS. II. Nachtrag von THEODOR KORMOS. Preis 5 Kr.
II. Theil. Flora. 1. Sect. Kryptogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung. Von Dr. JULIUS VON ISTVÁNFFY. Preis 6 Kr.
Anhang. Die Bacillarien des Balatonsees. Von DR. JOSEF PANTOCSEK. Preis 15 Kr.
» » 2. Sect. Phanerogame Flora des Balatonsees und seiner Umgebung. Nach Ableben des Autors Dr. VINCENZ VON BORBÁS deutsch bearbeitet von DR. EUGEN BERNÁTSKY.
Anhang. Die Nympheen von Hévíz. Von DR. ALEXANDER LOVASSY.

III. Band. Social- und Anthropogeographie des Balatonsees.

I. Theil. 1. Section. Spuren von prähistorischen und antiken Wohnsitzen um Veszprém. Von JULIUS RHÉ. Preis 5 Kr.
» » 2. Section. Archaeologische Skizze der Umgebung des Balatonsees. Von Dr. VALENTIN KUZSINSZKY.
» » 3. Section. Die Kunstdenkmale der Umgebung des Balatonsees. Von Dr. REMIGIUS VON BÉKEFI.
II. » Ethnographie der Umwohner des Balatongestades. Von Dr. JOHANN JANKÓ. Nach Ableben des Autors deutsch bearbeitet von DR. WILLIBALD SEMAYER. Preis 20 Kr.
III. » Anthropologie der Umwohner des Balatongestades. Aus dem Nachlasse des weil Dr. JOHANN JANKÓ bearbeitet von DR. WILIBALD SEMAYER.
IV. » Beschreibung der Kurorte und Sommerfrischen am Balatonsee. Von Dr. STEFAN VON BOLEMAN. Preis 5 Kr.
V. » Bibliographie des Balatonsees. Von Dr. JOHANN SZIKLAY. Preis 5 Kr.

Topographischer und Geologischer Atlas.

I. Theil. Spezialkarte des Balatonsees und seiner Umgebung. Von Dr. LUDWIG VON LÓCZY. Preis 6 Kronen.
II. » Geologische Spezialkarte und Profile des Balatonsees und seiner Umgebung. Von Dr. LUDWIG VON LÓCZY.

Dies Werk erscheint in einzelnen Theilen in der Reihenfolge, in welcher die selbständigen Theile zum Abschluss gelangen. **Die bereits erschienenen Theile sind unterstrichen.**

Budapest, am 1. Juni 1906.

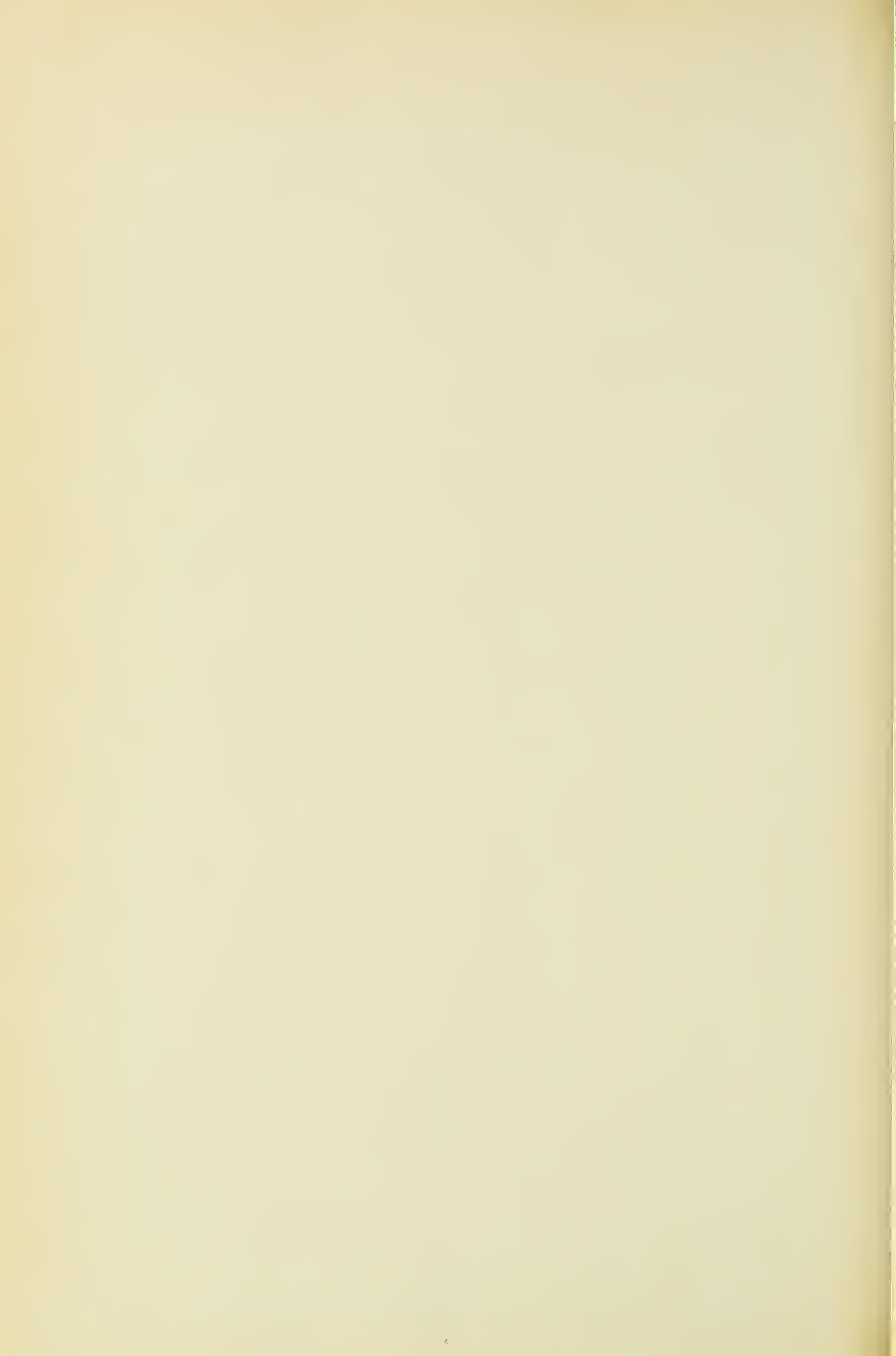
Ludwig von Lóczy,
Präsident der Balatonseecommission der Ung. Geogr. Gesellschaft.

ERSCHEINT IN COMMISSION DER VERLAGSHANDLUNG VON

ED. HÖLZEL, WIEN.

K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI V. HORNYÁNSZKY












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01308 8554